

# **Analýza rizik starých ekologických zátěží a návrh minimalizace rizik**

Tomáš Postolka

---

Bakalářská práce



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav environmentálních bezpečnosti

akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Postolka**  
Osobní číslo: **L12385**  
Studijní program: **B3953 Bezpečnost společnosti**  
Studijní obor: **Řízení environmentálních rizik**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Analýza rizik starých ekologických zátěží a návrh minimalizace rizik**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracování teoretické části, zabývající se problematikou zvoleného tématu bakalářské práce.
2. Stručný popis oblasti výskytu staré ekologické zátěže, popis a analýza staré ekologické zátěže a rizik z ní vyplývajících.
3. Návrh zlepšení vedoucí k minimalizaci rizik staré ekologické zátěže, s využitím poznatků popsaných v teoretické části bakalářské práce.
4. Zhodnocení navržených zlepšení v kontextu k teorii a praxi.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] KADEŘÁBKOVÁ, Božena a Marian PIECHA. Brownfields: jak vznikají a co s nimi. 1. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, xiv, 138 s. ISBN 978-80-7400-123-9.

[2] FRANTZEN, Kurt A. Risk-based analysis for environmental managers. Boca Raton, Fla.: Lewis Publishers, c2002, 237 p. ISBN 9781420032901-.

[3] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013, 483 s. ISBN 978-80-247-4644-9.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Hart, Ph.D.**

Ústav logistiky

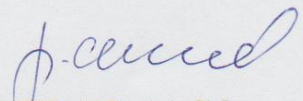
Datum zadání bakalářské práce: **6. února 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2015**

V Uherském Hradišti dne 20. února 2015

  
doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.  
děkan



  
prof. PhDr. Jiří Chlachula, Ph.D.  
pověřený ředitel ústavu

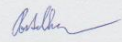
#### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

#### Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti

  
.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Cílem bakalářské práce je analýza vybrané staré ekologické zátěže a rizik z ní vyplývajících, dále návrh zlepšení vedoucích k minimalizaci rizik staré ekologické zátěže a následné zhodnocení navržených řešení v kontextu k teorii a praxi, včetně vyjádření ekonomického a neekonomického přínosu.

Teoretická část se zabývá problematikou analýzy rizik starých ekologických zátěží a pojmy, které s ní úzce souvisí. A to pojmy stará ekologická zátěž, riziko, analýza rizik, řízení rizik a v neposlední řadě jsou taktéž uvedeny metody zkoumání, které jsou využity v části praktické.

Praktická část se zaměřuje na oblast výskytu vybrané staré ekologické zátěže, dále na popis a analýzu této staré ekologické zátěže a rizik z ní vyplývajících, využity jsou metody rozhovoru, analýzy PHA a KARS. Následuje návrh zlepšení vedoucích k minimalizaci rizik. V závěru praktické části je zhodnocení navržených zlepšení v kontextu k teorii a praxi včetně vyjádření ekonomického a neekonomického přínosu.

Klíčová slova: stará ekologická zátěž, analýza rizik, riziko, řízení rizik

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to analyze chosen old ecological load and its resulting risks, also proposal for an improvement leading to old ecological load risk minimization and subsequent evaluation of suggested solutions in both theory and practice, including the expression of economic and non-economic benefits.

Theoretical part deals with question of old ecological load analysis and terms closely related to it. Terms as old ecological loads, risk, risk analysis, risk management and finally research methods, have been used in the practical part.

Practical part focuses on the range area of a chosen old ecological load, on a description and analysis of this load and risks deriving from it. Also interview methods, PHA and KARS analysis are used. It is followed by proposal for an improvement which leads to risk minimization. Subsequently in the practical part the evaluation of suggested improvements within the context of theory and practice including the expression of economic and non-economic benefits can be found.

**Keywords:** old ecological loads, risk analysis, risk, risk management

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomáhali během zpracování mé bakalářské práce, především mému vedoucímu panu Ing. Martinu Hartovi, Ph.D, dále pak panu Ing. Romanovi Pavlíkovi ze společnosti ProGeo Consulting s.r.o, a v neposlední řadě také panu Mgr. Lukášovi Čermákovi z Ministerstva životního prostředí.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 STARÁ EKOLOGICKÁ ZÁTĚŽ</b> .....	<b>12</b>
1.1 BROWNFIELDS .....	13
1.2 EKOLOGICKÝ AUDIT .....	13
1.3 HODNOCENÍ PRIORIT A KATEGORIZACE STARÝCH EKOLOGICKÝCH ZÁTĚŽÍ .....	14
1.4 SANACE.....	15
1.4.1 Sanační technologie.....	15
<b>2 ANALÝZA RIZIK</b> .....	<b>16</b>
2.1 ZÁKLADNÍ POJMY ANALÝZY RIZIK.....	18
2.2 VZTAHY V ANALÝZE RIZIK .....	19
2.3 METODY ANALÝZY RIZIK.....	20
2.3.1 Kvalitativní metody.....	20
2.3.2 Kvantitativní metody.....	21
2.3.3 Kombinované metody .....	21
<b>3 ANALÝZA RIZIK KONTAMINOVANÉHO ÚZEMÍ</b> .....	<b>22</b>
3.1 CÍL ANALÝZY RIZIK .....	22
3.2 ZPŮSOBILOST K PROVÁDĚNÍ ANALÝZY RIZIK KONTAMINOVANÉHO ÚZEMÍ.....	23
3.3 PROJEKTOVÁNÍ ANALÝZY RIZIK.....	23
3.4 VYHODNOCENÍ PRACÍ ANALÝZY RIZIK.....	24
3.5 ZÁKLADNÍ PŘÍSTUP K HODNOCENÍ RIZIK.....	25
3.6 EVIDENCE VÝSLEDKŮ ANALÝZY RIZIK.....	25
<b>4 ŘÍZENÍ RIZIK</b> .....	<b>26</b>
<b>5 METODY APLIKOVANÉ V PRAKTICKÉ ČÁSTI</b> .....	<b>28</b>
5.1 METODA ROZHOVORU .....	28
5.2 PŘEDBĚŽNÁ ANALÝZA NEBEZPEČÍ (PHA).....	29
5.3 KVALITATIVNÍ ANALÝZA RIZIK A JEJICH SOUVZTAŽNOSTÍ (KARS) .....	31
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>32</b>
<b>6 ROZŠÍŘENÍ STARÝCH EKOLOGICKÝCH ZÁTĚŽÍ V ČR</b> .....	<b>33</b>
6.1 KONTAMINOVANÉ LOKALITY VE ZLÍNSKÉM KRAJI.....	35
<b>7 POPIS VYBRANÉ LOKALITY - SPALIŠTĚ</b> .....	<b>36</b>



<b>8</b>	<b>ANALÝZA VYBRANÉ LOKALITY Z HLEDISKA RIZIK KONTAMINACE.....</b>	<b>39</b>
8.1	METODA ROZHOVORU .....	39
8.1.1	Vyhodnocení metody rozhovoru .....	39
8.2	PŘEDBĚŽNÁ ANALÝZA NEBEZPEČÍ (PHA).....	40
8.2.1	Přípravná část .....	40
8.2.2	Tabulka PHA analýzy.....	41
8.2.3	Vyhodnocení analýzy PHA .....	44
8.3	KVALITATIVNÍ ANALÝZA RIZIK S VYUŽITÍM JEJICH SOUVZTAŽNOSTÍ (KARS) .....	44
8.3.1	Soupis rizik.....	44
8.3.2	Sestavení tabulky rizik .....	45
8.3.3	Vytvoření tabulky souvztažnosti rizik.....	46
8.3.4	Výpočet koeficientů aktivity a pasivity .....	47
8.3.5	Výsledný graf souvztažností.....	49
8.3.6	Vyhodnocení metody KARS .....	50
<b>9</b>	<b>NÁVRH NA ZLEPŠENÍ VEDOUcí K MINIMALIZACI RIZIK.....</b>	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>ZHODNOCENí NAVRŽENýCH ZLEPŠENí V KONTEXTU K TEORII A PRAXI.....</b>	<b>52</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM POUŽITýCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>58</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>59</b>

## ÚVOD

V posledních letech je problematika starých ekologických zátěží, analýzy rizik a jejich odstraňování stále častěji diskutované téma, jelikož staré ekologické zátěže jsou obrovským problémem a je nutno k nim přistupovat velmi svědomitě. S kontaminací životního prostředí škodlivými polutanty, které se do okolního prostředí dostaly díky průmyslové či jiné činnosti prováděné v minulosti, se setkáváme velmi často. Právě z takového znečištění půdního fondu, horninového prostředí či podzemních vod plyne mnoho závažných rizik. Pro kvalifikaci těchto rizik je nutno přistoupit k výzkumným pracím a následné analýze rizik, jelikož pokud se v životním prostředí vyskytuje určité znečištění, je potřeba provést důkladnou analýzu tohoto znečištění, aby mohlo dojít k nápravným opatřením. Pod pojmem nápravné opatření si lze představit například zabránění šíření znečišťující látky dále do prostředí, vždy musí být na prvním místě snaha se co nejeфекtivnějším způsobem snažit navrátit životní prostředí do původní podoby.

Analýza rizik je jedním z nejdůležitějších procesů při řešení problému starých ekologických zátěží. Jejím úkolem je popsat veškerá rizika, která se vyskytují nebo by se mohly vyskytnout v budoucnu z důvodu znečištěného životního prostředí a dále je jejím cílem navrhnout způsob, jak takové prostředí navrátit do původního stavu. Každá z analýzy rizik je prováděná v určitém čase, tudíž je časově omezená a posuzuje právě takové problémy, které jsou známy v časovém horizontu, během kterého je analýza rizik prováděna. Pokud v budoucnu dojde ke změnám výsledků analýzy rizik, je třeba zpracovat aktualizovanou analýzou rizik, která má za úkol zkoumat tyto změny.

Cílem bakalářské práce je analýza vybrané staré ekologické zátěže a rizik z ní vyplývajících, dále návrh zlepšení vedoucích k minimalizaci rizik staré ekologické zátěže a následné zhodnocení navržených řešení v kontextu k teorii a praxi, včetně vyjádření ekonomického a neekonomického přínosu. Bakalářská práce se skládá ze dvou částí a to teoretické a praktické. Teoretická část se zabývá problematikou tématu analýzy rizik starých ekologických zátěží a pojmů s tématem souvisejících. Praktická část je zaměřena na stručný popis výskytu starých ekologických zátěží, dále na popis a analýzu vybrané staré ekologické zátěže a rizik z ní vyplývajících, následuje návrh zlepšení vedoucích k minimalizaci rizik vybrané staré ekologické zátěže a zhodnocení navržených zlepšení.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 STARÁ EKOLOGICKÁ ZÁTĚŽ

Pojmem stará ekologická zátěž se rozumí závažná kontaminace horninového prostředí, dále povrchových a podpovrchových vod, kdy k takové kontaminaci došlo v důsledku nevhodného nakládání s nebezpečnými látkami v minulosti. Kontaminace některé ze složek životního prostředí může být nazývána starou ekologickou zátěží pouze v případech, pokud původce kontaminace není znám nebo neexistuje. [1]

**Kontaminovaná místa mají různou povahu, jedná se především o:**

- skládky odpadů
- nezabezpečené sklady nebezpečných látek
- průmyslové a zemědělské areály
- malé provozovny
- staré vojenské základny
- území postižená těžbou nerostných surovin [1]

Důležitá je především koncentrace znečišťujících látek v prostředí. Ropné produkty jsou dnes ve stopovém množství zastoupeny skoro všude, především díky dopravní infrastruktuře, tudíž se jim nejde vyhnout. Ovšem znečištění vody a půdy vysokou koncentrací znečišťující látky může mít velmi negativní vliv na životní prostředí, a právě to vede ke vzniku ekologické zátěže. [2]

**Mezi nejčastěji rozšířené kontaminanty vyskytující se jako hlavní součást starých ekologických zátěží patří:**

- ropné uhlovodíky
- chlorované uhlovodíky
- uhlovodíky benzenové skupiny,
- polyaromatické uhlovodíky [2]
- polychlorované bifenoly
- dioxiny
- těžké kovy

## 1.1 Brownfields

Pojem „brownfields“ pochází z anglického jazyka. „*Představuje staré, nevyužívané či ekonomicky nedostatečně efektivně využívané průmyslové objekty.*“ [2, str. 4] Brownfields lze označit za komplexy či prostory, které postupně ztrácejí nebo již v minulosti ztratili své funkční využití. Zpravidla se nachází v blízkosti obytných útvarů, jsou tedy převážně situovány v centrech měst, nebo na jejich okraji. Ojedinele se mohou vyskytovat i mimo město. Tyto komplexy dosahují větší rozlohy a ve značné míře jsou nositeli ekologické zátěže. [2]

## 1.2 Ekologický audit

Ekologický audit je prováděn za účelem identifikace již známých či potencionálních environmentálních závazků, které souvisí s danou lokalitou z důvodu předkupního auditu, který je prováděn při prodeji určité nemovitosti. Takové závazky ve většině případů vycházejí ze současných a historických aktivit v dané lokalitě. Následkem těchto aktivit bývá znečištěné horninové prostředí, například z důvodu špatného nakládání s odpady nebo nebezpečnými látkami. Tyto závazky však mohou být důsledkem nedodržování požadavků aktuální environmentální legislativy a tudíž je nezbytné přijetí nápravných opatření, aby bylo dosaženo souladu.[3]

### **Fáze ekologického auditu:**

**Fáze I** – jedná se o informativní studii, součástí této informativní studie je návštěva lokality, zkoumání a hodnocení dosud známých informací a dat. Cílem tohoto zkoumání a hodnocení je definice potencionálních rizik a návrh dalších průzkumných prací a studie.

**Fáze II** – je realizována následně a jejím úkolem je průzkum a ověření případné kontaminace horninového prostředí a dále návrh odpovídajícího sanačního zásahu.

**Fáze III** – řeší kontaminaci, která byla zjištěna ve Fázi II za pomoci provedení **analýzy rizika** a následnou sanací znečištěných složek životního prostředí (půda, voda) nebo pouhým monitoringem stavu životního prostředí. [3]

### 1.3 Hodnocení priorit a kategorizace starých ekologických zátěží

Všechny lokality SEZ se dělí do několika základních kategorií a to na základě ohodnocení a stanovení priorit. Čili kontaminované lokality jsou klasifikovány dle prozkoumanosti území a výsledků analýz rizik. [11]

Základními skupinami kategorií jsou skupiny **A**, **P**, **N**. Lokality, které spadají do skupiny **A** se dělí do tří kategorií a to **A3**, **A2**, **A1** a jsou to ty, u kterých kontaminace představuje aktuální a potvrzený problém. U kontaminovaných lokalit skupiny **P** označenými značkami **P1 až P4** představuje kontaminace potenciaální problém, avšak nelze z nich vyvodit definitivní závěr z důvodu nedostatku informací. U této kategorie musí být závažnost kontaminace ověřena analýzou rizik a průzkumem. U lokalit poslední skupiny **N** kategorie **N0, N1, N2** není vyžadován žádný zásah.[11]

Tab. 1 – Kategorizace kontaminovaných míst [11]

Kategorie	Hodnocení lokality a důsledků kontaminace	Charakter postupu
<b>A1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kontaminace je potvrzena a představuje aktuální a neakceptovatelné riziko pro lidské zdraví</li> <li>- potvrzeno šíření kontaminace</li> <li>- hrozí vznik neakceptovatelného zdravotního rizika</li> </ul>	- bezodkladně nutné nápravné opatření
<b>A2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kontaminace je potvrzena nad úroveň legislativních limitů,</li> <li>- nemožnost využívání lokality</li> <li>- potvrzeno šíření kontaminace</li> </ul>	- nutné nápravné opatření
<b>A3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kontaminace je potvrzena, avšak nepředstavuje aktuální riziko pro lidské zdraví ani rozpor s legislativou</li> <li>- obecný nesoulad se zájmy ochrany životního prostředí</li> </ul>	- žádoucí nápravné opatření
<b>P4 - P1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- žádné informace o kontaminaci</li> <li>- kontaminace potvrzena, avšak nedostatečné informace pro definitivní závěry</li> <li>- kontaminace potvrzena, ovšem není možno určit, zda se kontaminace šíří či nikoliv,</li> <li>- kontaminace by mohla znamenat vznik neakceptovatelného zdravotního rizika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nutný průzkum kontaminace</li> <li>- monitoring vývoje kontaminace</li> </ul>
<b>N2 - N0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- historie využívání lokality vylučuje riziko kontaminace nad úrovní</li> <li>- průzkum potvrdil neexistenci kontaminace nad úrovní</li> </ul>	- není nutný žádný zásah

## 1.4 Sanace

Jedná se o proces, při kterém jsou odstraněny látky a materiály, které dlouhodobě ohrožují složky životního prostředí. Před provedením sanace je třeba podrobného průzkumu, aby mohla být zvolena vhodná sanační technologie. Po ukončení sanačních prací následuje post sanační monitoring, který má za cíl ověřit, zda došlo k trvalému vyčištění lokality. Existuje celá řada sanačních technologií, ovšem ne všechny jsou v našich podmínkách uplatnitelné. U některých sanačních technologií probíhá fáze experimentálního ověřování. [2]

### 1.4.1 Sanační technologie

Mezi základní sanační technologie lze zařadit:

- Během sanace půd a horninového prostředí se využívá odtěžení kontaminovaných vrstev a zasypání prohlubně inertním materiálem (metoda „*ex situ*“). Materiál, který je kontaminovaný, se pak může na povrchu dále čistit (biodegradace ropných látek) nebo zůstává trvale uložen na některé ze skládek nebezpečných odpadů. [2]
- Během sanace podzemních a podpovrchových vod se využívá sanačního čerpání, při němž se čerpaná voda čistí na povrchu různými způsoby (gravitační separací, stripováním, na aktivních filtrech apod.) a poté se už jako nezávadná vypouští zpět do horninového prostředí. [2]

Ze složitějších sanačních technologií je upřednostňována metoda „*in situ*“. Která spočívá v tom, že je aktivní chemická látka aplikována přímo do horninového prostředí a podzemní vody, kde následně dojde k reakci s kontaminantem za vzniku neškodných sloučenin. Nejběžnější chemickou reakcí je oxidace s obvyklým využitím manganistanu draselného nebo směsí peroxidu vodíku, popř. redukční metody. Specifické jsou především sanační technologie na bázi nanotechnologií, při nichž je do země aplikována suspenze kovového železa. [2]

V některých případech je užitečnější kontaminovaný prostor nečistit, ale pouze izolovat od okolního prostředí. Z pohledu dočišťování zbytků znečištění je výhodná přirozená nebo podporovaná atenuace, což je odstranění kontaminantů za pomoci přírodních procesů. [2]

## 2 ANALÝZA RIZIK

Během procesu snižování rizik, je právě jejich analýza základním a často prvotním krokem. „Analýza rizik je obvykle chápána jako proces, definování hrozeb, pravděpodobnosti jejich uskutečnění a dopadu na aktiva, tedy stanovení rizik a jejich závažnosti.“[5, str. 95] Činností, která na analýzu rizik bezprostředně navazuje je řízení rizik.[5]



Obr. 1 – Analýza rizik[5]

### První fáze analýzy rizik zahrnuje:

1. Identifikace aktiv – definování posuzovaného činitele a popis jeho vlastních aktiv.
2. Stanovení hodnoty aktiv – jedná se o určení toho, jakou hodnotu a význam mají aktiva pro činitele. Z hlediska existence či chování činitele je důležité ohodnocení případného dopadu ztráty aktiv, jejich změny či poškození.
3. Identifikace hrozeb a zranitelnosti – určení zda může být negativně ovlivněna hodnota aktiv z pohledu druhů činností a akcí, dále definování slabých míst činitele a jejich možnosti způsobení hrozeb.
4. Stanovení závažnosti hrozeb a míry zranitelnosti – definování jaká je pravděpodobnost, že se vyskytne hrozba a míra zranitelnosti činitele, vzhledem k dané hrozbě.



Obecně je tato první fáze analýzy rizik nazývána identifikací rizik. Následována druhou fází, která se zaměřuje na vyhodnocení rizik, která jsou již identifikována.[5]

#### **Druhá fáze analýzy rizik se zabývá:**

1. Posouzením, jaké dopady na konkrétní aktiva a na chod instituce mají hrozby, které byly uskutečněny.
2. Stanovením toho, jakou úroveň mají rizika.
3. Rozhodnutím, jestli jsou rizika z pohledu svých úrovní akceptovatelná.

Základním vstupem pro řízení rizik je kvalitní analýza rizik, jejíž kvalita má podstatný vliv na kvalitní řešení různých problémů v různých oblastech.[5]

#### **Řešení plynoucí z analýzy rizik:**

1. Skutečnost použití vhodných opatření, která mají za cíl snížení rizika.
2. Akceptovatelnost rizik, pokud jimi není přímo ohrožena činnost instituce.
3. Vyhýbání se možným rizikům.
4. Přenos rizik na třetí stranu.

Výsledné hodnoty plynoucí z hodnocení rizik přispívají k určení, jakým směrem se bude vedení instituce ubírat, jaké budou jeho priority pro zvládání rizik a realizování opatření sloužící k zabránění jejich výskytu. Je pravděpodobné, že hodnocení rizik a následné stanovení opatření vedoucích k jejich eliminaci bude několikrát opakováno, aby bylo dosaženo pokrytí všech částí instituce či jejich jednotlivých činností. Na začátku je důležité stanovení úrovně, do jaké je potřeba dosáhnout eliminace analyzovaných rizik.[5]

## 2.1 Základní pojmy analýzy rizik

### Aktivum

Aktivem je nazýváno vše, co má pro činitele hodnotu, avšak působením hrozby může být tato hodnota zmenšena. Identifikací existujícího aktiva je jeho hodnota. Hodnota aktiva se skládá z objektivního posouzení jeho ceny nebo subjektivního ohodnocení jeho důležitosti pro určitého činitele. Aktiva lze dělit na hmotná a nehmotná. Do hmotných aktiv se řadí peníze, nemovitosti, cenné papíry. Do nehmotných aktiv patří informace, autorská a průmyslová práva, kvalita zaměstnanců.[5]

### Hrozba

Hrozbou je chápána určitá energie, aktivita či příhoda, která svým vlivem negativně působí na aktiva, může zapříčinit škodu a tím poškodit instituci jako celek. Z hlediska klasifikace se dělí na hrozby přírodního původu a antropogenního původu. Hrozby mohou být způsobeny náhodně nebo úmyslně. Do instituce vstupují zvenčí, ale i zevnitř. Za hrozbu může být považováno znečištění životního prostředí, povodeň, požár. Hrozba během působení na aktivum může způsobit škodu, která je nazývána dopadem hrozby. Každá hrozba má svoji úroveň a tato úroveň hrozby je hodnocena dle těchto faktorů: nebezpečnost, přístup, motivace. [5]

### Zranitelnost

Pojmem zranitelnost se rozumí slabina či nedostatek aktiva, které je pod vlivem působení hrozby. Hrozba využije zranitelnosti k uskutečnění svého negativního působení. Zranitelnost je považována za jednu z vlastností aktiva a ukazuje, jak náchylné je aktivum k působení hrozby. Zranitelnost sama o sobě žádnou škodu nepůsobí, vždy je k působení škody potřeba hrozba, která využije zranitelnosti. Pokud je zřejmé, že zranitelnost nemůže být zasažena příslušnou hrozbou, nemusí být přijato opatření, ale tato zranitelnost by měla být sledována, jestli nedochází v její blízkosti ke změnám. Vznik zranitelností je spojen se vzájemným působením hrozby a aktiva. Úroveň zranitelnosti je hodnocena dle citlivosti (náchylnost aktiva k poškození hrozbou) a kritičnosti (znamená jak je aktivum podstatné pro analyzovanou instituci). [5]

### **Protiopatření**

Jedná se o postup či proces, který je speciálně navržen pro eliminaci působení hrozby a snížení zranitelnosti. Z důvodu předcházení vzniku škody, nebo k nápravě následků vzniklé škody jsou navrhována protiopatření, která se vyznačují svou efektivitou a náklady. Efektivita udává především to do jaké míry je snížena účinnost hrozby. Do nákladů se řadí pořizovací náklady a náklady na zavedení a provoz protiopatření. Při výběru protiopatření je největší důraz dbán na nalezení nejúčinnějšího opatření s nejnižšími náklady na jeho uskutečnění. Cílem protiopatření je snížit úroveň hrozby, zranitelnosti, následků plynoucích z působení hrozby a v neposlední řadě je jejich cílem taktéž obnova činnosti po skončení působení hrozby. [5]

### **Riziko**

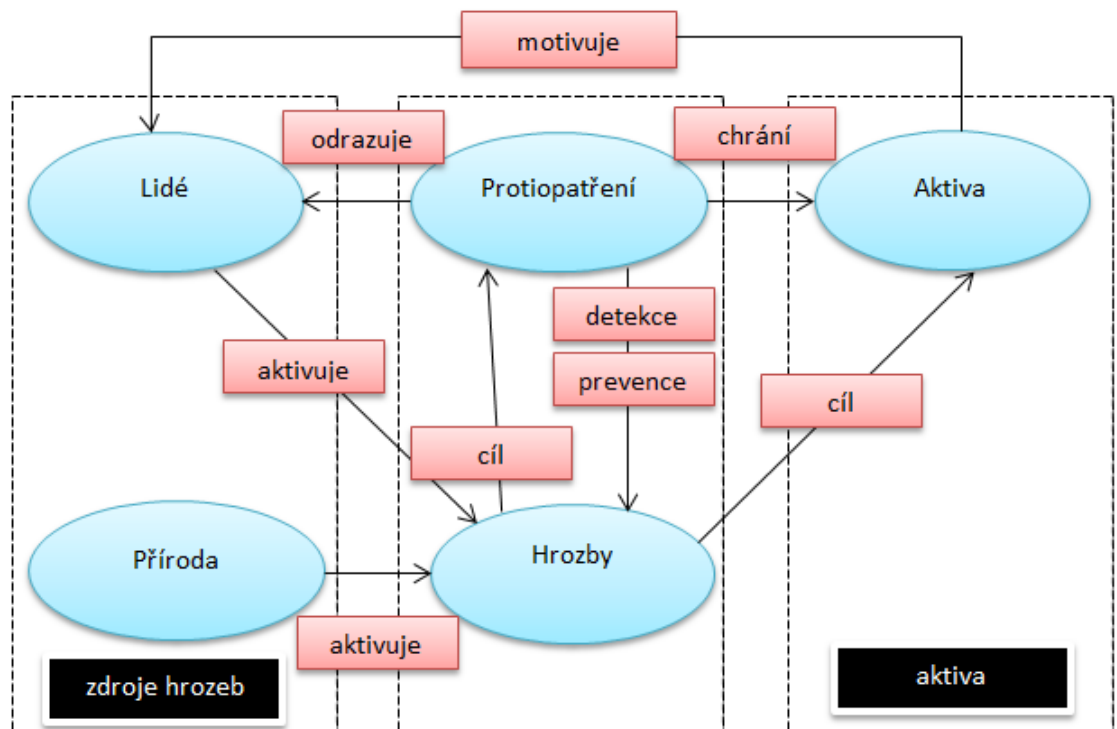
Riziko znázorňuje, do jaké míry je ohroženo aktivum, jak vysoká je míra nebezpečí, že se projeví hrozba, která povede k negativnímu výsledku za vzniku škody. Úroveň rizika vyjadřuje jeho velikost. Vzniká během vzájemného působení aktiva a hrozby. Úroveň rizika se určuje dle hodnoty a zranitelnosti aktiva a úrovně hrozby. Pokud se zvyšuje úroveň rizika je to z důvodu zvyšující se úrovně hrozby, která zasáhla zranitelnost a taktéž z pohledu jakou hodnotu má aktivum. Pouze protiopatření má tendenci úroveň rizika snižovat. Pro stanovení úrovně rizika je nezbytná identifikace hrozeb, zranitelností a aktiv.[5]

## **2.2 Vztahy v analýze rizik**

V každé analýze rizik je patrná existence určitých vztahů. A právě úspěch prováděné analýzy rizik závisí na správném pochopení těchto vztahů.

- Hrozba způsobí škodu aktivu, když je schopna využít zranitelnosti a zdolat protiopatření.
- Hodnota aktiva má vliv na motivaci útočníka, který se rozhodne aktivovat hrozbu.
- U aktiva je vždy reálná existence zranitelnosti, ale před působením hrozby je chráněno protiopatřením.
- Cílem protiopatření je odrazovat útočníka od aktivace hrozby. Důležitá je také jeho schopnost ochránit aktiva, detekovat hrozby a zabránit působení hrozeb na aktiva.

- Zájmem hrozby je získat přístup k aktivu, tudíž předtím musí přímo působit buď na aktivum, nebo na protiopatření.
- Aktivace hrozby je podstatná pro její další působení, bez aktivace není možné její působení.[5]



Obr. 2 – Vztahy v analýze rizik [5]

## 2.3 Metody analýzy rizik

Kvalitativní a kvantitativní metody jsou základními a zároveň nejčastěji využívanými přístupy v analýze rizik. Běžně je využívána i kombinace těchto dvou přístupů. [5]

### 2.3.1 Kvalitativní metody

Kvalitativní metody charakterizují závažnost možného budoucího dopadu či pravděpodobnost, že se daná událost uskuteční. Pro kvalitativní metody je příznačné, že rizika jsou znázorněna v určitém rozpětí, například bodovém a to 1 až 10. Můžou být také určena pravděpodobností nebo slovně. Kvalifikovaný odhad určuje úroveň metody. Kvalitativní metody jsou oproti kvantitativním metodám jednodušší a méně časově náročné, avšak subjektivně ovlivněné. V oblasti zvládání rizik mohou přinést problémy skrze posouzení

akceptovatelnosti finančních nákladů potřebných k zneškodnění hrozby. Jelikož kontrola efektivnosti nákladů je znesnadněna a to z důvodu chybějícího přesného finančního vyjádření. [5]

Výhoda využívání kvalitativních metod je především:

- Při hloubkové analýze rizik kdy je cílem upřesnit její postupy.
- Při nedostatečnosti získaných údajů, ať už z pohledu kvality nebo kvantity, pro jejich další využitelnost v kvantitativních metodách [5]

### 2.3.2 Kvantitativní metody

Jsou založeny na četnosti výskytu hrozby a jejího možného dopadu, za pomoci matematického výpočtu rizika. V případě pravděpodobnosti vzniku události či při ohodnocení jejího dopadu využívají číselných hodnot. Pro vyjádření dopadu se pak využívá v mnohých případech finančních termínů. Nejčastější formou vyjádření rizika je roční předpokládaná ztráta. Provedení kvantitativní metody analýzy rizik je časově náročnější a složitější. Kvantitativní metody jsou přesnější než ty kvalitativní, pro zvládnání rizik je totiž daleko výhodnější mít rizika finančně vyjádřena. Kvantitativní metody mají ovšem i nevýhody a jednou z nich je náročnost na jejich provedení a následné zpracování výsledných hodnot. Za další nevýhodu lze považovat značný objem zpracovávaných dat, který může vést k tomu, že nebudou vystihnuta všechna specifika činitele, který je posuzován. Kvalita a významnost získaných údajů zvyšuje kvalitu výsledku kvantitativních metod. [5]

### 2.3.3 Kombinované metody

Jedná se o kombinaci kvalitativních a kvantitativních metod. Kombinované metody jsou založeny na číselných údajích. Především si kladou za cíl přiblížit se realitě oproti předpokladům. Údaje, které jsou použity v kvalitativních metodách, nemusí ukazovat pravděpodobnost vzniku události, či to jaký dopad bude mít daná událost na činitele. V takovém případě může dojít k ovlivnění výsledných hodnot měřítkem stupnice, která je v odpovídající metodě aplikována. [5]

### 3 ANALÝZA RIZIK KONTAMINOVANÉHO ÚZEMÍ

Analýza rizik kontaminovaného území se doporučuje zpracovávat v případech, ve kterých existuje podezření na existenci znečištění či vážné ohrožení podzemních nebo povrchových vod, nebo kontaminace negativně působí na lidské zdraví či životní prostředí. Také se zpracovává v případech, kdy je potřeba předejít ekologické újmě nebo pokud se jedná o nápravu újmy. Nicméně rozhodnutí o nápravných opatřeních nelze vydat jen na základě jednoznačně prokázaného porušení legislativních norem. V těchto případech je analýza rizik hlavním a rozhodujícím podkladem pro proces nazvaný řízení rizik, které souvisí s kontaminovaným územím.[6]

Analýza rizik kontaminovaného území má časově omezenou platnost, jelikož vychází ze skutečností potvrzených a známých v době, ve které byla zpracovávána. Právě při rozhodování o nutnosti, rozsahu a adekvátního postupu při nápravných opatřeních je brána časově omezená platnost analýzy rizik v úvahu. V případě že dojde ke změnám, které významně ovlivňují závěry již zpracované analýzy rizik (jedná se především o změny ve využívání území, rozsah znečištění, nové vědecké poznatky a sanační technologie) pak je potřeba postupovat dle aktualizované analýzy rizik, která má za cíl vyhodnocení a posouzení důsledků nově vzniklých změn.[6]

#### 3.1 Cíl analýzy rizik

Analýza rizik si klade za cíl komplexně popsat všechna existující a reálná potenciální rizika, která jsou následkem přítomného znečištění. Za taková rizika lze považovat aktuální ohrožení jednotlivých složek životního prostředí či zdraví obyvatelstva, nebo pravděpodobné ohrožení těchto složek v budoucnu. Jakmile je posouzena závažnost těchto rizik, dojde ke stanovení nápravných opatření. [6]

Během posuzování rizik je kladen ohled na již existující, předpokládaný nebo možný způsob funkčního využití kontaminovaného území a jeho blízkých lokalit v pravděpodobném dosahu vlivu kontaminantů. K rozhodnutí zda je potřeba realizovat analýzu rizik v plném rozsahu slouží předběžná analýza rizik. [6]

Nedílnou součástí závěrů analýzy rizik je návrh nápravných opatření, jehož složkou je návrh cílových parametrů. Možnost dosažení těchto cílových parametrů musí být reálná, v souvislosti se zohledněním legislativních, časových, finančních a technických hledisek.

Dosažení cílových parametrů slouží k tomu, aby v budoucnu bylo možné využívat území v souladu s územním plánem.[6]

### **3.2 Způsobilost k provádění analýzy rizik kontaminovaného území**

Analýza rizik kontaminovaného území je spojena s geologickými pracemi. Geologické práce může projektovat, řídit a vyhodnocovat pouze odborně způsobilá osoba. Tato osoba je zodpovědná za správné použití průzkumných a vzorkovacích metod, subdodavatelských prací a dále za konečné zpracování a vyhodnocení výsledků. Ke zpracovávání laboratorních analýz slouží akreditované laboratoře, kde se využívají akreditované metody.[6]

### **3.3 Projektování analýzy rizik**

Pro komplexní zpracování analýzy rizik je velmi důležité prozkoumat kontaminovanou lokalitu a získat dostatečné množství aktuálních informací. Také je potřeba, aby byly určeny všechny transportní cesty, v rámci kterých by se mohlo znečištění rozšířit mimo původní centra znečištění.

Během projektování analýzy rizik se zpracovává předběžný koncepční model kontaminovaného území. Předběžný koncepční model se skládá z těchto částí:

- Charakter zájmového území
  - jedná se zejména o hydrologické, geologické a hydrogeologické charakteristiky
  - přírodní poměry
- Zdroje a ohniska znečištění
  - jedná se o ohniska kontaminace vyskytujících se ve vodě, půdě, sedimentu, skládkách, výsypkách, haldách, odkalištích
  - souhrn primárních zdrojů znečištění
  - určení charakteru závadných látek spolu s procesy přirozené atenuace (tlumení)
- Reálné transportní cesty
  - výčet jednotlivých transportních cest, kterými se ze svých zdrojů šíří kontaminující látky

- Příjemci rizika
  - Současné a budoucí využití zájmové lokality
  - Skupiny obyvatel, které jsou ohroženy expozicí kontaminantů a s nimi souvisejícími rizikovými faktory
  - Ohrožené složky životního prostředí
  - Zdroje povrchových a podzemních vod v možném dosahu kontaminace. [6]

Koncepční model definuje pravděpodobné expoziční cesty od zdroje k příjemcům rizik:

zdroj znečištění + transportní cesta + scénář expozice rizik = **expoziční cesta** [6]

### 3.4 Vyhodnocení prací analýzy rizik

V závěrečné zprávě analýzy rizik jsou zpracovány výsledky analýzy rizik. Tato zpráva musí ve srozumitelné formě poskytnout obraz o kontaminovaném území, jelikož je určena správním orgánům a veřejnosti. Dále v ní musí být uvedeny informace o ekologické újmě a zjištěném závadném stavu a návrhu cílového stavu pro následnou eliminaci rizik.

Závěrečná zpráva analýzy rizik je zpracovávána pouze v případě, pokud je dostatečně prozkoumáno kontaminované území, v případě že kontaminované území je prozkoumáno nedostatečně, pak se místo analýzy rizik zpracovává pouze předběžná analýza rizik, která má za cíl posoudit dostupná data a neurčitosti a případně navrhnout doplňující průzkumné práce aby bylo možné provést analýzu rizik v plném rozsahu. [6]



### 3.5 Základní přístup k hodnocení rizik

V případě analýzy rizik kontaminovaného území jsou hodnocena zdravotní a ekologické rizika. Při určení rizika záleží na charakteru kontaminace a ohrožení příjemců, poté lze určit, zda se jedná o zdravotní či ekologické riziko. [6]

#### Hodnocení zdravotních rizik

1. Analýza zdravotních rizik – slouží k identifikaci nebezpečnosti chemických látek v kontaminovaném prostředí z pohledu eventuálních zdravotních rizik.
2. Určení vztahu dávka - účinek, porovnání koncentrace vyskytujících se škodlivých látek v kontaminovaném prostředí.
3. Hodnocení expozice a odhad zdravotních rizik.
4. Charakterizování a objasnění významu předpovídaných zdravotních rizik.
5. Řízení zdravotního rizika. [6]

#### Hodnocení ekologických rizik

Je aplikováno v těchto případech:

1. Kontaminace, která ohrožuje povrchové a podzemní vody.
2. Kontaminace ohrožující určité území a zvláště chráněné ekosystémy.
3. Při zásahu kontaminace do stanovených či plánovaných prvků Územního systému ekologické stability.
4. Při vzniku společenské poptávky po hodnocení ekologických rizik pro určitý případ. [6]

### 3.6 Evidence výsledků analýzy rizik

K systematické evidenci výsledků analýzy rizik slouží - Systém evidence kontaminovaných míst (SEKM) do jehož databáze jsou doplňovány výsledky analýzy rizik a s ní úzce spjatého geologického průzkumu v souladu se zákonem č.62/1988 Sb., o geologických pracích, a prováděcími předpisy v platném znění. [6]

## 4 ŘÍZENÍ RIZIK

Řízení rizik má za cíl snížit rizika na akceptovatelnou úroveň. Pokud je identifikováno určité nebezpečí, je nejvyšší prioritou jeho odstranění, anebo jeho monitorování a s ním spojená kontrola. Mezi akceptovatelné priority jak zvládat nebezpečí z pohledu systémové bezpečnosti patří:

- eliminace zdroje nebezpečí
- redukce nebezpečí či rizika
- zvládání rizika
- lokalizace a zmírňování škod.

Ovšem to neznamená, že bude dostačující, pokud bude aplikovaná jedna z uvedených priorit při daném projektu. [7]

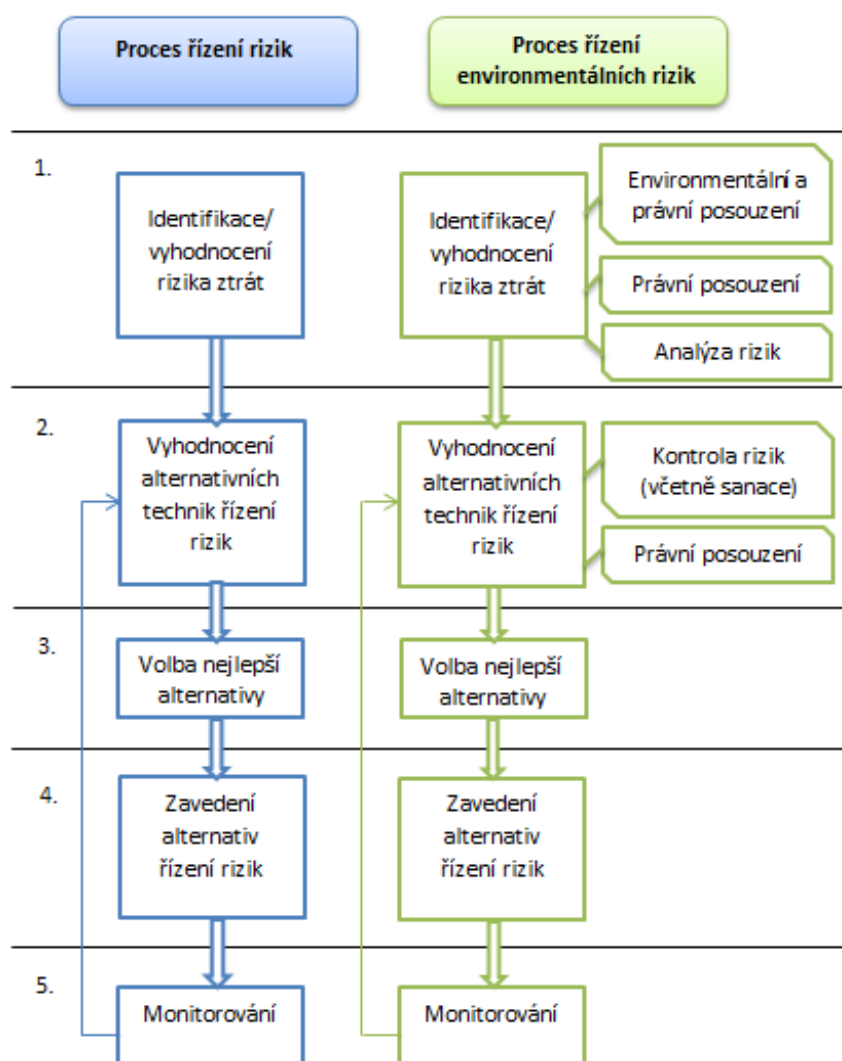
Impulzu schopnému způsobit havárii, nebo vyvolat zdraví škodlivé účinky za jakýchkoliv okolností není schopen zabránit ani skutečně bezpečný projekt. Jestliže není možnost dosáhnout kompletní eliminace zdroje nebezpečí, je nejlepší volbou ochrana či minimalizace jeho vzniku do takové míry, že mohou být příslušná bezpečnostní ochranná opatření zabudována přímo do projektu ochrany a taktéž i do provozu zařízení. [7]

Mezi další přijatelné uspořádání priorit lze zařadit zařízení sloužící k zvládání nebezpečí či k zmírnění jeho účinků. Jedná se především o různé bezpečnostní systémy, které jsou konstruovány buď jako aktivní nebo pasivní. Nejvíce efektivními se jeví pasivní bezpečnostní systémy, které fungují na základě fyzikálních principů, například gravitace a to z důvodu, protože nepotřebují pro uvedení do činnosti žádný další impuls. [7]

Méně vhodné jsou aktivní bezpečnostní systémy, které naopak pro to, aby mohly zabránit havárii nebo zmírnit její následky, potřebují být aktivovány zvláštním iniciačním impulsem. Jsou vytvořeny tak aby detekovaly nebezpečí a rozpoznaly, zdali mají spustit další bezpečnostní proceduru. [7]

Bezpečnostní projekt musí být vždy připraven tak, aby mohl minimalizovat škody i v případech, pokud připravené bezpečnostní opatření a systémy selžou, nebo pokud se náhle objeví neidentifikovatelné nebezpečí. Minimalizací škod může být myšlena izolace nebezpečné lokality od osídlených center. [7]

„Zajímavostí je, že **řízení environmentálních rizik** je velmi aktuální převážně v městských ekosystémech, kde se nebezpečné látky a výpary vyskytují v prostředí v mnohem větší míře, protože je takové prostředí vystaveno každodenním chemickým expozicím. (Ames a Gold, 2000 a Hoddinott a Lee, 2000).“ [8, str. 19] Faktem zůstává, že si musí lidé, kteří jsou znepokojeni stavem životního prostředí uvědomit, že jsou vystaveni expozicím nebezpečných látek v rámci svých běžných životů. Tudíž tento klíčový problém zahrnuje daleko více, než jen identifikaci a vyhodnocení expozice. Environmentální rizika jsou multi-dimenzionálním problémem a je třeba obrovského úsilí, aby bylo dosaženo řešení, které spojí podnikové potřeby s potřebami společnosti. [8]



Obr. 3 – Funkční srovnání procesů klasického a environmentálního řízení rizik [8]

## 5 METODY APLIKOVANÉ V PRAKTICKÉ ČÁSTI

V této kapitole jsou popsány metody zkoumání, které jsou využity v praktické části bakalářské práce. Jedná se o metodu rozhovoru, analýzu PHA (Předběžná analýza nebezpečí) a metodu analýzy zvanou KARS (Kvalitativní analýza rizik a jejich souvztažností).

### 5.1 Metoda rozhovoru

Jedná se o metodu přímého dotazování respondenta nebo respondentů, při které dochází k verbální komunikaci mezi výzkumným pracovníkem a daným respondentem či respondenty. Metoda rozhovoru se rozlišuje podle několika kritérií. V první řadě jde o počet osob, kterých se výzkumný pracovník dotazuje. [16]

Může se jednat o rozhovor **individuální** (práce s jednou osobou) nebo **skupinovou** (práce s více osobami, při které se osoby vzájemně doplňují, inspirují a vyjadřují své zkušenosti).

Dalším kritériem je struktura otázek, podle které se dělí rozhovory na **standardizované** (strukturované), **polostandardizované** a **nestandardizované** (nestrukturované).

**Standardizovaný rozhovor** – znění a pořadí otázek je přesně určeno a alternativy odpovědí jsou připraveny předem. Výhodou je snadná zpracovatelnost a nevýhodou nízká míra poznatků. [16]

**Polostandardizovaný rozhovor** – taktéž nabízí respondentovi alternativy odpovědí, avšak výzkumný pracovník klade doplňující otázky. [16]

**Nestandardizovaný rozhovor** – pružně probíhající rozhovor, výzkumný pracovník musí mít připraveny základní okruhy otázek, na které se bude respondentů dotazovat. Ovšem jejich obsah, formulace a pořadí závisí pouze na tazateli. Otázky by měly být kladeny tak, aby ověřovaly hypotézu výzkumu. [16]

#### Obsah přípravy rozhovoru:

- vymezení problému
- určení respondentů
- volba typu rozhovoru a formulace otázek
- prověření otázek v předvýzkumu

Je doporučeno pokládat nejprve obecné otázky a poté přejít k otázkám specializovaným. Hlavní otázky je dobré pokládat uprostřed rozhovoru a v závěru otázky osobní povahy.[16]

## 5.2 Předběžná analýza nebezpečí (PHA)

Jedná se o induktivní metodu analýzy, cílem této metody je identifikovat nebezpečí, které může v dané situaci způsobit u vybraného systému újmu. Tato metoda analýzy se obvykle provádí v začátcích projektu, kdy není dostatek informací o zkoumaném systému. Ve většině případů tedy PHA analýza předchází dalším studiím. Může být využita i při analyzování již existujícího systému. [15]

Předběžná analýza nebezpečí (dále PHA) je semi-kvantitativní analýzou, která se provádí za cílem:

- Určit všechna potencionální nebezpečí a možné náhodné události, které by mohly vést k nehodě.
- Identifikovat pořadí náhodných událostí v závislosti na jejich vážnosti.
- Určit požadované kontroly nebezpečí a následná opatření. [12]

### PHA analýza je využívána:

1. Jako počáteční studie rizik v rané fázi projektu. Nehody bývají způsobeny především díky uvolnění energie. PHA identifikuje, kdy se může určitá energie uvolnit a jaké události mohou nastat. Taktéž poskytuje hrubý odhad toho, jak závažná může být každá náhodná událost, která nastane. Výsledky PHA slouží k porovnání hlavních pojmů, na zaměření se na důležité otázky rizik a také slouží jako vstup pro podrobnější analýzy rizik.
2. V první fázi podrobné analýzy rizika navrhovaného systému nebo existujícího systému. Účelem PHA je určení náhodných událostí, které by měly být předmětem další a více podrobné analýzy rizik.
3. Jako komplexní analýza rizik poměrně jednoduchého systému. Zda bude nebo nebude PHA dostatečná, závisí jak na cílech analýzy, tak na složitosti systému.[12]

**PHA analýza posuzuje:**

- nebezpečné složky
- bezpečnostní rozhraní mezi různými prvky systému
- provoz, testování, údržbu, prováděné testy a diagnostiky, případné nouzové postupy
- prostory či lokalitu, instalované zařízení, podporu, vybavení či školení
- bezpečnost zařízení, lokality, ochranné opatření a možné alternativní kroky
- poruchy systému a subsystému nebo softwaru [12]

**Postup provádění PHA analýzy:**

1. PHA předpoklady (sestavení týmu, popis analyzovaného systému, shromáždění informací o rizicích v předchozích či podobných systémech).
2. Identifikace všech nebezpečí.
3. Tvorba tabulky a určení významnosti možných nebezpečných událostí a závažností rizik.
4. Vyhodnocení PHA analýzy. [12]

Tab. 2 – Příklad tabulky PHA analýzy [15]

<b>Ohrožení</b>	<b>Příčina</b>	<b>Následek</b>	<b>Pravděpodobnost nehody v důsledku ohrožení</b>	<b>Nápravná, preventivní opatření</b>

### 5.3 Kvalitativní analýza rizik a jejich souvztažností (KARS)

Jedná se o kvalitativní metodu analýzy rizik, kterou vypracoval a prezentoval ve své disertační práci pan Ing. Štefan Pacinda, Ph.D. Dle autora byla metoda KARS vypracována, jelikož v žádné doposud publikované metodě analýzy rizik nebyl stanoven postup, který by řešil to, jakým rizikům se v hodnocení systémů věnovat prvotně a kterým až v dalším pořadí. Metoda tudíž poskytuje odpověď na otázku, která rizika vyžadují prioritní pozornost a která rizika mohou být řešena v dalším pořadí. Tato metoda tudíž předchází další kvantitativně orientované analýzy rizik. [14]

#### Vzájemné působení souvztažnosti rizik

Existence vzájemně se ovlivňujících rizik, která se vyskytují v určitém systému, je zřejmá. Pravděpodobně neexistuje systém, ve kterém by bylo pouze jedno riziko. Zjednodušeně lze tedy říci, že všechny systémy jsou více rizikové, a že neexistuje žádný plně bezpečný systém. Z toho lze usoudit, že těchto více rizik je spjato s projevem vzájemné souvztažnosti. [14]

#### Postup metody KARS:

1. Soupis rizik.
2. Sestavení tabulky rizik.
3. Vytvoření tabulky souvztažnosti rizik.
4. Vyhodnocení tabulky souvztažnosti rizik.
5. Převedení výsledné tabulky souvztažnosti do matematické a grafické podoby za využití koeficientů aktivity a pasivity.
6. Vytvoření grafu souvztažnosti.
7. Zhodnocení grafu souvztažnosti a následné určení významností jednotlivých rizik.

Výsledkem metody KARS je tedy graf, který udává kvalitativně rozdělená rizika dle jejich souvztažností s jinými riziky. [14]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



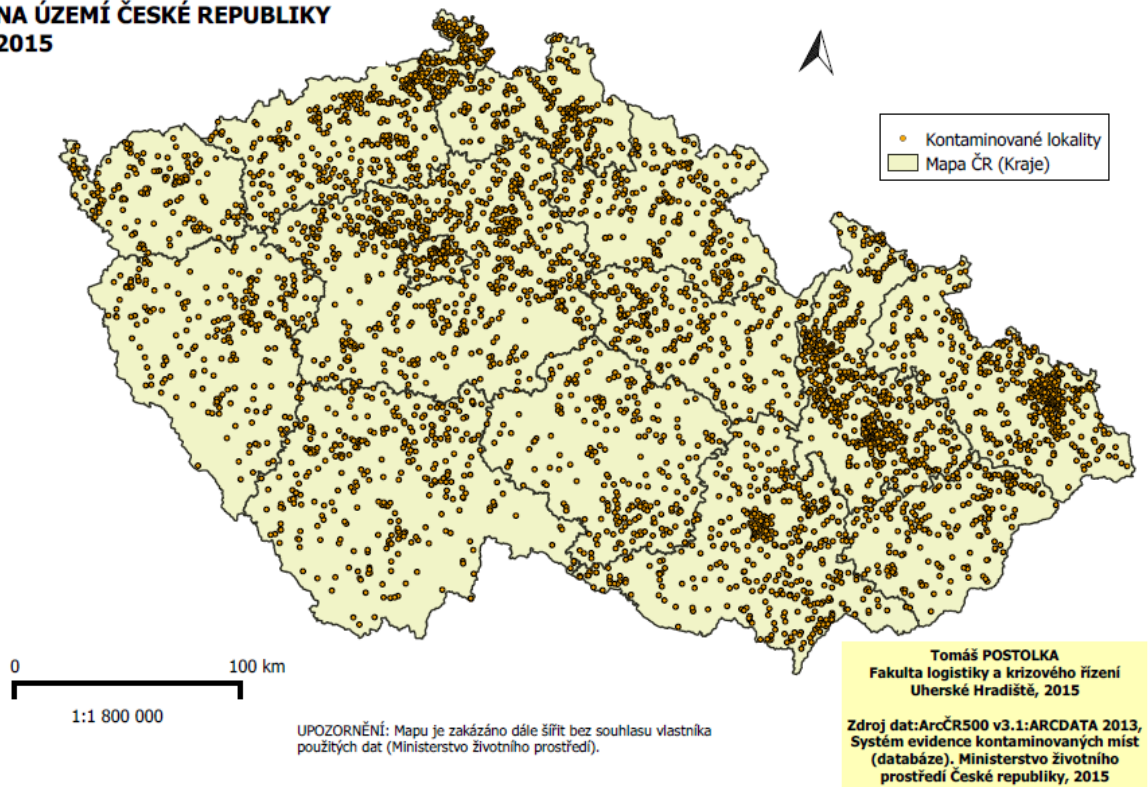
## 6 ROZŠÍŘENÍ STARÝCH EKOLOGICKÝCH ZÁTĚŽÍ V ČR

Rozsáhlý výskyt starých ekologických zátěží (dále SEZ) na území České republiky je v historickém kontextu pozůstatkem přes padesát let dlouhého působení (1938-1989) především nedemokratických režimů. Tyto režimy nebraly ohled na ochranu životní prostředí a na nakládání se závadnými a nebezpečnými látkami, které vznikaly při průmyslové a jiné výrobě. Soustavné odstraňování SEZ započalo až po roce 1990, za některé z nich převzal odpovědnost stát. [9]

Z tohoto důvodu se na území České republiky v současné době nachází 4800 SEZ či jinak kontaminovaných míst. Současné i budoucí generace tudíž „získaly“ do vínku po svých předcích opravdu nezanedbatelné dědictví v podobě stovek takto kontaminovaných míst, které nejenom, že ohrožují životní prostředí, ale i obyvatelstvo jako takové. Za nejvíce postižené kraje lze považovat Moravskoslezský, Olomoucký a Středočeský.

I když je otázka sanace SEZ již dvacet let diskutována na té nejvyšší úrovni, tak doposud neexistuje koordinovaný postup, jak zajistit akční realizaci sanace SEZ na národní úrovni. Od roku 1990 bylo na tento problém vynaloženo 31 mld. Kč., což je obrovské množství finančních prostředků. [10]

**MAPA KONTAMINOVANÝCH MÍST  
NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY  
2015**



Obr. 4 – Mapa kontaminovaných míst na území České republiky (2015) [18]

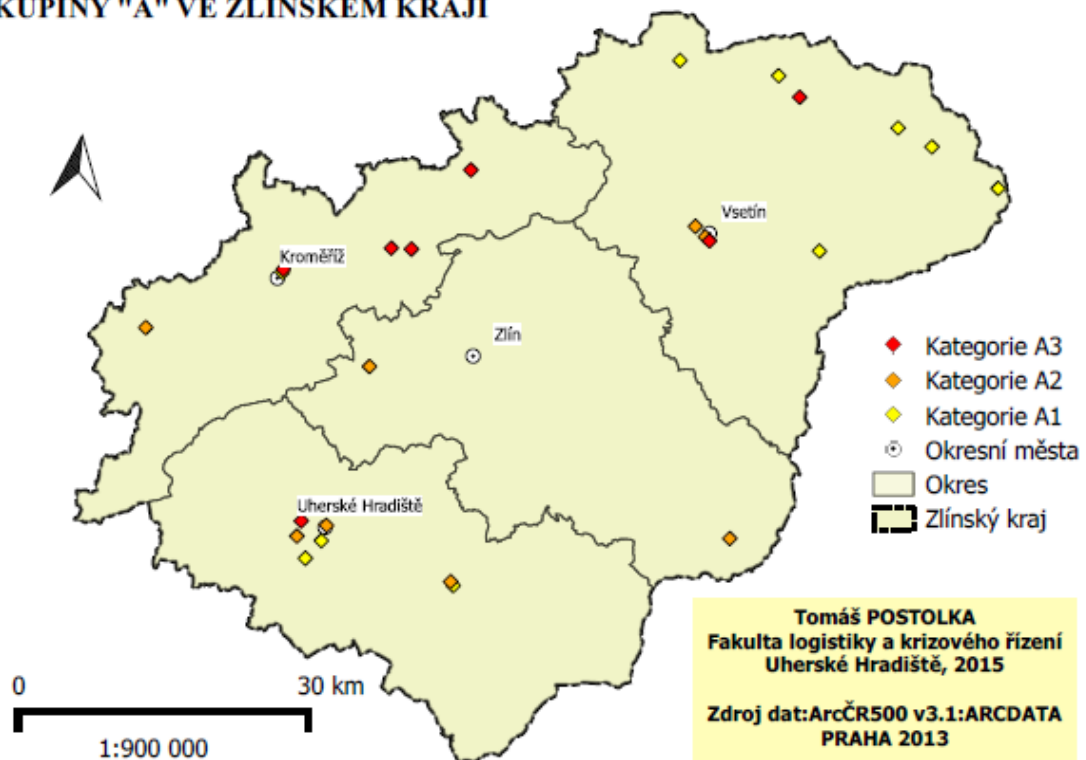
Tab. 3 – SEZ a kontaminované plochy z hlediska krajů (2015) [13]

<b>Kraj</b>	<b>Počet lokalit</b>	<b>Kraj</b>	<b>Počet Lokalit</b>
<i>Moravskoslezský</i>	641	<i>Vysočina</i>	240
<i>Olomoucký</i>	636	<i>Liberecký</i>	236
<i>Středočeský</i>	611	<i>Plzeňský</i>	235
<i>Ústecký</i>	491	<i>Pardubický</i>	229
<i>Jihomoravský</i>	439	<b><i>Zlínský</i></b>	<b>209</b>
<i>Jihočeský</i>	316	<i>Karlovarský</i>	162
<i>Královéhradecký</i>	251	<i>Hl. m. Praha</i>	112
<b>Celkový počet SEZ v rámci České republiky</b>		<b>4808</b>	

## 6.1 KONTAMINOVANÉ LOKALITY VE ZLÍNSKÉM KRAJI

Zlínský kraj patří k jednomu z méně postižených krajů, co se týče četnosti SEZ a kontaminovaných lokalit. Dle informací SEKM (Systém evidence kontaminovaných míst) se jich ve Zlínském kraji nachází 209. Z toho 25 lokalit patří do kategorie A, 40 lokalit do kategorie P a 63 do kategorie N. Zbytek lokalit nebylo dosud hodnoceno, z toho důvodu nemohou být zařazeny do žádné z kategorií. Aktuální a zároveň největší riziko představují zátěže zařazené do kategorie A. SEZ ve Zlínském kraji lze rozdělit na velké průmyslové zátěže a menší ekologické zátěže v podobě skládek komunálního a stavebního odpadu. Zlínský kraj má zpracovanou studii týkající se SEZ na svých webových stránkách, avšak tato studie je zastaralá a naposled byla aktualizována v roce 2012.

**MAPA KONTAMINOVANÝCH LOKALIT SKUPINY "A" VE ZLÍNSKÉM KRAJI**

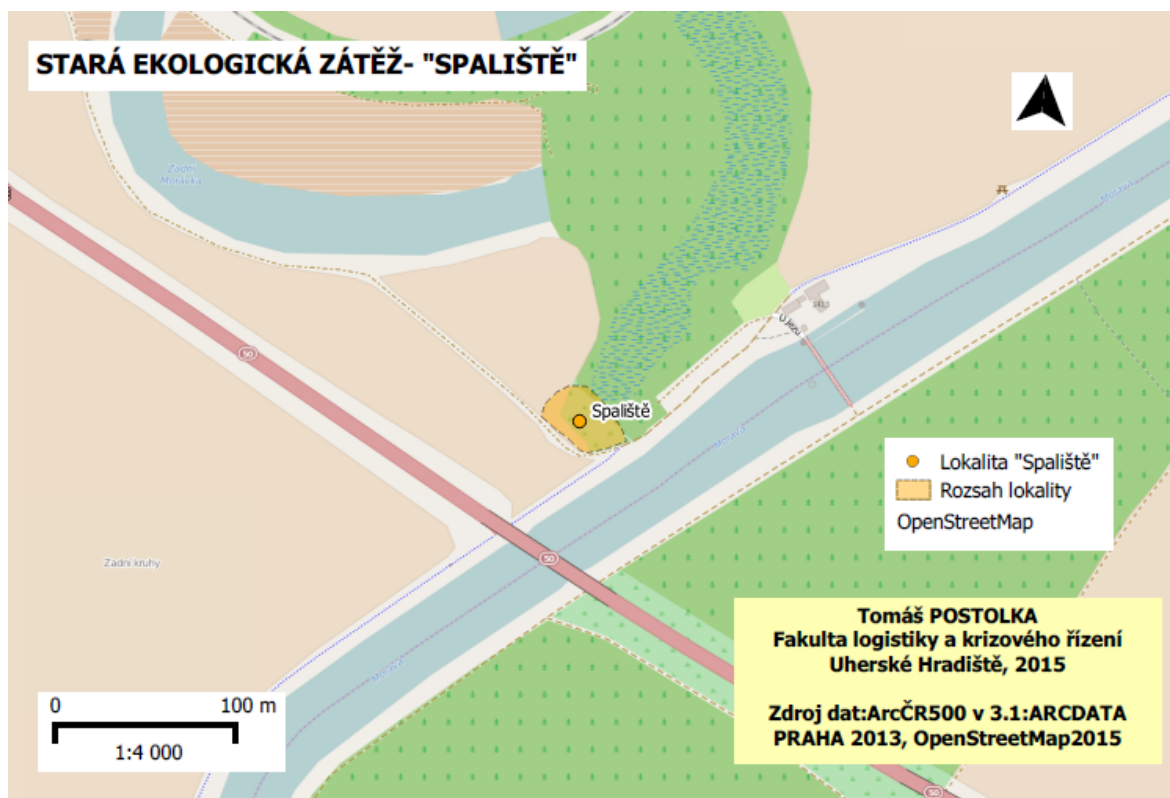


Obr. 5 – Mapa kontaminovaných lokalit skupiny "A" ve Zlínském kraji [18]

*Zdroj :Systém evidence kontaminovaných míst (databáze). Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2015.*

## 7 POPIS VYBRANÉ LOKALITY - SPALIŠTĚ

Dotčená lokalita o rozloze 70 x 50 m se nachází v katastrálním území města Staré Město, asi 1,5 kilometru jihozápadně od jeho zástavby a 1,5 km severovýchodně od obce Kostelany nad Moravou. Jde o bývalé slepé rameno řeky Moravy, jeho rozloha je 3000 m<sup>2</sup>. Lokalita se nachází 35 m od řeky Moravy, je volně přístupná a nezastřešená. V druhé polovině minulého století byla tato lokalita neřízeně zavážena komunálním a průmyslovým odpadem z okolí Starého Města, kdy tyto odpady obsahovaly i nebezpečné látky. Dle některých pamětníků zde byly odpady taktéž spalovány. Z těchto pramenů vznikl všeobecně známý název „Spaliště“. Největším problémem je, že neexistuje evidence ukládaných odpadů a nejsou k dispozici ani žádné písemné doklady o skládkování. Pravděpodobně v 80. - 90. letech byly odpady přehrnutы inertní (neznečištěnou) zeminou. V současné době je povrch skládky zarovnan a rostou na něm náletové traviny. „Spaliště“ spadá do skupiny kontaminovaných lokalit označených jako „A“ (kontaminace znamená aktuální a potvrzený problém). Konkrétně patří do kategorie „A2“. Jedná se tedy o kontaminaci nad úroveň přípustných legislativních limitů, tudíž není možné lokalitu využívat v souladu s platným územním plánem nebo z důvodu šíření kontaminace z lokality. [13]



Obr. 6 – Umístění staré ekologické zátěže „Spaliště“ [Zdroj vlastní]

### **Historické využití lokality**

V dřívější době bylo v blízkosti lokality rameno řeky Moravy, které po úpravě toku řeky zaniklo a stalo se z něj tzv. slepé rameno. Území nebylo nijak využíváno až do 50. let 20. století, kdy se na lokalitu začal navážet komunální a průmyslový odpad. Odpady byly na lokalitu naváženy pravděpodobně dalších patnáct let. Až do doby, kdy se na místě utvořila hromada (rozhovor s respondenty viz Příloha č. 2). V 70. letech došlo k rozhrnutí této hromady a zarovnání povrchu. V následujících letech probíhalo jejich spalování. Začátkem 90. let došlo k překrytí skládky inertní zeminou a lokalita se transformovala do dnešní podoby.

### **Plánované využití lokality**

Lokalita se nachází v ochranném pásmu nadregionálního biokoridoru č. 142. Je součástí projektované revitalizace slepých ramen řeky Moravy. Tato revitalizace se přímo dotkne zájmové lokality. V blízkosti kontaminované lokality „Spaliště“ má vzniknout chráněný mokřad, který bude spojen s revitalizovanými rameny řeky Moravy. Kolem mokřadu by měla být taktéž vysázena nová keřová a stromová zeleň, která by se měla stát útočištěm velkého množství živočichů. Aby mohlo dojít k revitalizaci slepých ramen řeky Moravy musí proběhnout sanace staré ekologické zátěže „Spaliště“. [13]

### **Kontaminace**

Dle podrobného průzkumu, který proběhl v roce 2011 je nebezpečnými látkami kontaminována půda a podzemní vody. U povrchových vod nebyla kontaminace prokázána, ale je možné, že během 4 let, kdy je území permanentně promýváno vodou, mohlo dojít k transportu těchto látek i do vod povrchových, což se týká především přilehlého mokřadu. Tyto nebezpečné látky pravděpodobně mohou unikat i do řeky Moravy, která je poté unášena dále po směru toku. V půdě byla údajně celoplošně prokázána kontaminace ropnými uhlovodíky, těžkými kovy (olovo, zinek) a na některých místech je půda kontaminována polychlorovanými bifenyly (PCB). Podzemní vody jsou kontaminovány ropnými uhlovodíky, látkami BTEX, PCB a v menší míře i c-1,2 DCE. [13]

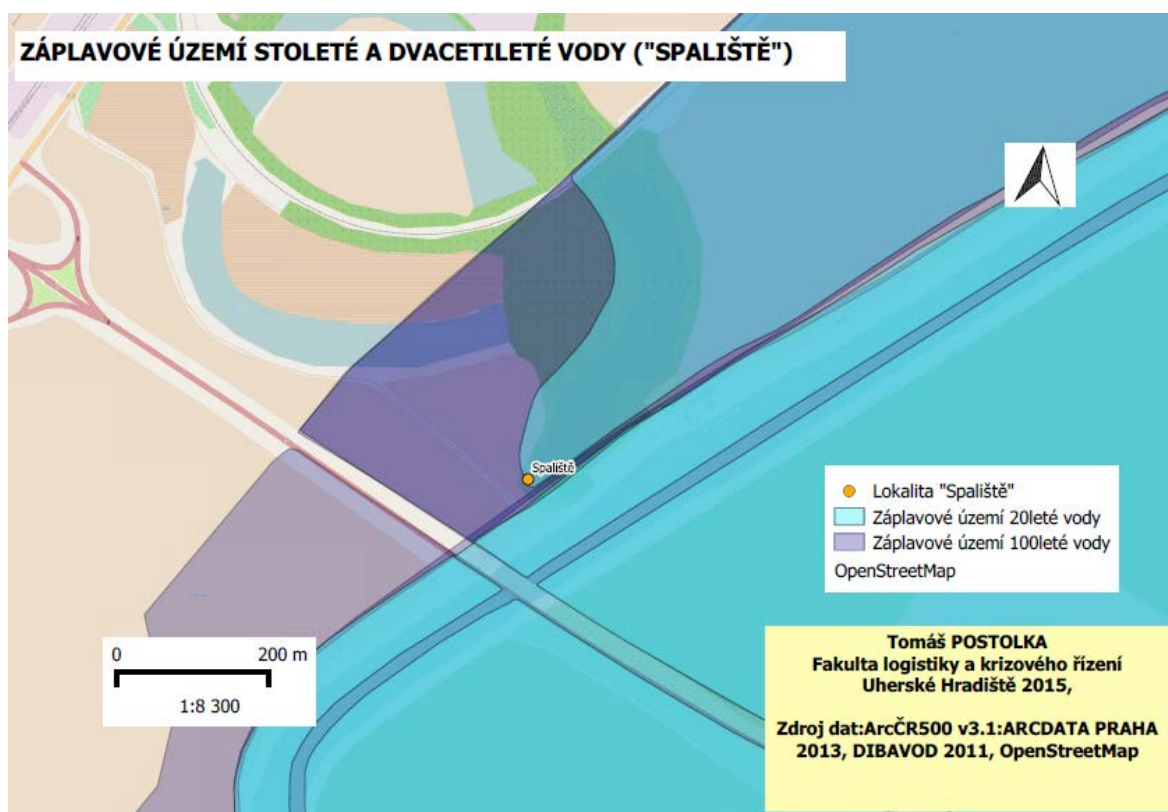
### **Biologická rozmanitost území**

Samotná lokalita „Spaliště“ neleží v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) avšak v bezprostřední blízkosti lokality prochází hranice CHOPAV č. 219. „Spaliště“ ne-

patří ani do evropské soustavy Natura 2000 a nenachází se na ní žádný předmět ochrany, který by ji řadil k evropsky významným lokalitám. Nejbližší oblastí, která je součástí soustavy Natura 2000 je **Nedakonický les**, který se nachází asi 100 m přes řeku Moravu od kontaminované lokality “Spaliště“. Jedná se o lesní komplex lužních lesů. Z pohledu biotopů jsou na území významné porosty tvrdých luhů, které mají z části pralesovitou podobu. Na této lokalitě je významný výskyt hořavky duhové a hnědáka osikového. Nedakonický les nepochybně přispívá k biologické diverzitě území, poskytuje útočiště mnohým druhům živočichů a rostlin a slouží jako významný biokoridor. Další evropsky významnou lokalitou je území slepých ramen řeky Moravy, které je lidově nazýváno “**Čerták**“ a je od lokality vzdáleno asi 1 km. Jedná se o odstavené rameno řeky Moravy, ve kterém je prokázán výskyt populace hořavky duhové, která je předmětem ochrany. [17]

### Záplavové území

Lokalita “Spaliště“ leží v záplavovém území dvacetileté a stoleté vody. Časté zaplavování lokality může způsobit další šíření kontaminace. Kontaminovaná lokalita byla zatopena při povodních na přelomu května a června roku 2010. [17]



Obr. 7 – Záplavové území stoleté a dvacetileté vody („Spaliště“) [Zdroj vlastní]

## 8 ANALÝZA VYBRANÉ LOKALITY Z HLEDISKA RIZIK KONTAMINACE

V analytické části bakalářské práce byly aplikovány tři výzkumné metody. Jedná se o metodu rozhovoru, analýzu PHA (Předběžná analýza nebezpečí) a metodu zvanou KARS (Kvalitativní analýza rizik a jejich souvztažností).

### 8.1 Metoda rozhovoru

Byla zvolena metoda nestandardizovaného rozhovoru. Cílem bylo zjistit co nejvíce informací o lokalitě. Během průzkumu lokality byla provedena tato metoda sběru dat a bylo při ní zjištěno, jak byla lokalita “Spaliště“ využívána v minulosti. Během fotodokumentace, byly pokládány otázky respondentům, kteří se nacházeli v dané době v blízkosti lokality nebo se pohybovali po blízké cyklostezce. Respondentů bylo celkem pět. Z jejich odpovědí bylo zjištěno přesné umístění kontaminované lokality a také její přibližná rozloha. Dále bylo zjištěno, jaké odpady byly na lokalitu naváženy a odkud tyto odpady pocházejí. V neposlední řadě taktéž vývoj lokality až do současnosti. Rozhovor probíhal způsobem, kdy respondenti odpovídali na předem připravený okruh otázek, které jim byly pokládány výzkumníkem. Alternativy odpovědí určeny nebyly, tudíž respondenti měli volný prostor vyjádřit své myšlenky či vzpomínky. Rozhovor probíhal jak individuálně tak skupinově. V případě skupinového rozhovoru se jednalo o starší manželský pár, který si lokalitu prohlížel v době pořizování snímků. Individuálně byly dotazovány osoby, které se pohybovaly po přilehlé cyklostezce.

#### 8.1.1 Vyhodnocení metody rozhovoru

Cíl metody rozhovoru byl splněn. Bylo potvrzeno, že na lokalitu byl v minulosti (60. léta 20. stol.) navážen komunální a nebezpečný odpad z různých podniků sídlících ve Starém Městě. Jednalo se především o různé barvy a laky, které byly na místě také spalovány. Rozloha lokality je dle odpovědí respondentů cca 60 x 50 metrů. Lokalita byla údajně poté zavezena zeminou a zarovnána. Na lokalitě údajně dlouhou dobu nic nerostlo, až do doby než se na ní uchytily některé náletové dřeviny. V blízkosti lokality stále probíhá zemědělská činnost, kdy jsou v jejím sousedství vysazovány plodiny (střídavě kukuřice, řepka olejka, obilí). Někteří respondenti ovšem o existenci kontaminované lokality nevěděli.

## 8.2 Předběžná analýza nebezpečí (PHA)

Metoda PHA byla zvolena z důvodu omezených informací o zkoumaném systému, tudíž provedená předběžná analýza nebezpečí bude sloužit jako podklad případným obsáhlejšími studii. [15]

### 8.2.1 Přípravná část

V přípravné části je definován samotný zkoumaný systém, možné ohrožení (nebezpečí) a cíl analýzy.

**Zkoumaný systém:** Lokalita “Spaliště“

**Problém systému:** Environmentální bezpečnost

**Typ zkoumaného systému:** Bývalá skládka odpadů

**Současný stav:** Prokázána kontaminace nebezpečnými látkami

#### Možná ohrožení (nebezpečí):

- znečištění zemědělské půdy
- znečištění nezemědělské půdy
- znečištění povrchových vod
- znečištění podzemních vod
- ohrožení suchozemských organismů
- ohrožení vodních organismů
- ohrožení rostlin
- ohrožení člověka
- narušení ÚSES
- ohrožení CHOPAV

**Cíl analýzy:** Cílem provedené analýzy rizik byla tvorba tabulky, ve které jsou popsány příčiny vzniku daného ohrožení (nebezpečí) a jeho možný následek. V dalším sloupci v tabulce je určena pravděpodobnost toho, že dojde k nehodě v důsledku ohrožení a v posledním sloupci jsou uvedena nápravná či preventivní opatření.



## 8.2.2 Tabulka PHA analýzy

Pro provedení PHA analýzy byl zvolen tabulkový formát, z důvodu přehlednosti.

Tab. 4 – PHA analýza lokality „Spaliště“ [Zdroj vlastní]

<b>Ohrožení</b>	<b>Příčina</b>	<b>Následek</b>	<b>Pravděpodobnost nehody v důsledku ohrožení</b>	<b>Nápravná, preventivní opatření</b>
<b>Znečištění zemědělské půdy</b>	Kontaminace zemědělské půdy nebezpečnými látkami z blízké skládky odpadů.	Kumulace těchto látek v potravním řetězci, rychlost kumulace je závislá na počtu vystavených jedinců, možnost přímého ohrožení člověka.	Pravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality. Sanace lokality. Post sanační monitoring. Přirozená atenuace.
<b>Znečištění nezemědělské půdy</b>	Kontaminace nezemědělské půdy nebezpečnými látkami z blízké skládky odpadů.	Možnost kumulace těchto látek v potravním řetězci, možné nebezpečí pro hrající si děti, kdy může dojít ke styku s nebezpečnými látkami.	Nepravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality. Sanace lokality. Post sanační monitoring. Přirozená atenuace.
<b>Znečištění povrchových vod</b>	Kontaminace povrchových vod nebezpečnými látkami z blízké skládky odpadů, bývalá skládka je nezastřešena a promývána vodou.	V blízkosti skládky je řeka Morava, možnost roznášení nebezpečných látek dále do okolí, látky mohou znečistit přilehlý mokřad a ohrozit jeho biotop, hrozí kumulace nebezpečných látek v potravním řetězci.	Méně pravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality. Sanace lokality. Post sanační monitoring. Odebírání vzorků vody.

<b>Znečištění podzemních vod</b>	Kontaminace podzemních vod nebezpečnými látkami z blízké skládky odpadů, bývalá skládka je nezastřešena a promývána vodou.	Průsak nebezpečných látek do podzemních vod, možný transport podzemními vodami a následné přímé ohrožení obyvatel přilehlých obcí.	Méně pravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality. Sanace lokality Post sanační monitoring. Odebírání vzorků vody z nejbližších studní.
<b>Ohrožení suchozemských organismů</b>	Kontaminace jednotlivých složek životního prostředí nebezpečnými látkami z blízké skládky.	Dlouhodobé působení nebezpečných látek na suchozemské organismy, může vést k úhynu jedinců nebo celého společenství, anebo ke kumulaci těchto látek v potravním řetězci.	Pravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality. Sanace lokality. Post sanační monitoring. Odebírání vzorků vody. Pitva uhynulých živočichů.
<b>Ohrožení vodních organismů</b>	Kontaminace povrchových vod a dalších složek životního prostředí nebezpečnými látkami z blízké skládky.	Dlouhodobé působení nebezpečných látek na vodní organismy, může vést k úhynu jedinců nebo celého společenství, anebo ke kumulaci těchto látek v potravním řetězci.	Pravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality. Sanace lokality. Post sanační monitoring. Pitva uhynulých živočichů.

<b>Ohrožení rostlin</b>	Kontaminace jednotlivých složek životního prostředí (především půdy) nebezpečnými látkami z blízké skládky.	Dlouhodobé působení nebezpečných látek na rostliny může vést ke kumulaci těchto látek v potravním řetězci, a k následnému ohrožení člověka.	Pravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality.  Sanace lokality.  Post sanační monitoring.
<b>Ohrožení člověka</b>	Kontaminace jednotlivých složek životního prostředí a jedinců v něm žijících a to z důvodu přítomnosti nebezpečných látek v lokalitě.	Kumulace nebezpečných látek v potravním řetězci, při dlouhodobém působení těchto látek na člověka se mohou vyskytnout zdravotní problémy.	Méně pravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality  Sanace lokality  Post sanační monitoring  Zákaz lovu ryb, zvěře a pěstování plodin v blízkosti lokality.
<b>Ohrožení ÚSES</b>	Dlouhodobá kontaminace jednotlivých složek životního prostředí.	Působení kontaminantů na jednotlivá společenstva organismů, vymřením jednoho druhu může následovat řetězová reakce a tím nenávratné poškození biodiverzity oblasti.	Velmi pravděpodobná.	Monitoring ohrožených druhů organismů.  Zabránění šíření kontaminace z lokality.  Sanace lokality  Post sanační monitoring.
<b>Ohrožení CHOPAV</b>	Dlouhodobá kontaminace přilehlého chráněného mokřadu, který je součástí slepého ramena řeky Moravy.	Působení kontaminantů na jednotlivá společenstva vodních organismů a poškození velmi zajímavého biotopu.	Pravděpodobná.	Zabránění šíření kontaminace z lokality.  Sanace lokality.  Post sanační monitoring.

### 8.2.3 Vyhodnocení analýzy PHA

Analýza rizik PHA byla provedena dle dostupných možností a informací. Cíl analýzy byl splněn. Bylo určeno deset možných ohrožení či rizik, které pramení z prokázané kontaminace jednotlivých složek životního prostředí, kde za nejvíce pravděpodobnou nehodu v důsledku nebezpečí lze považovat ohrožení Územního systému ekologické stability (ÚSES). Tabulka č. 3 obsahuje příčiny a důsledky ohrožení. V neposlední řadě je určena pravděpodobnost kdy může dojít k nehodě a jsou uvedena taktéž nápravná či preventivní opatření.

### 8.3 Kvalitativní analýza rizik s využitím jejich souvztažností (KARS)

Metoda byla zvolena z důvodu poskytnutí kvalitativní informací a ulehčení rozhodování, kterým rizikům se věnovat prioritně. Provedená metoda KARS může sloužit jako podklad pro složitější a obsáhlejší analýzy rizik. [14]

#### 8.3.1 Soupis rizik

Aby mohla být metoda KARS provedena, bylo třeba zpracovat soupis rizik, která se nachází ve zkoumaném systému. Dle vlastního uvážení bylo určeno 10 rizik vyplývajících z kontaminované lokality „Spaliště“. [14]

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1. znečištění zemědělské půdy       | 6. ohrožení vodních organismů |
| 2. znečištění nezemědělské půdy     | 7. ohrožení rostlin           |
| 3. znečištění povrchových vod       | 8. ohrožení člověka           |
| 4. znečištění podzemních vod        | 9. narušení ÚSES              |
| 5. zhrožení suchozemských organismů | 10. ohrožení CHOPAV           |



### 8.3.3 Vytvoření tabulky souvztažnosti rizik

Metoda KARS je založena na vzájemném působení a souvztažnosti jednotlivých rizik. Tudiž bylo třeba vyplnění tabulky všech rizik následujícím způsobem. V systému je určeno 10 rizik  $R_i$  ( $i = 1$  až 10). Pozice v tabulce jsou označeny  $r_{ij}$  ( $i =$  číslo řádku,  $j =$  číslo sloupce).

Do pozic  $r_{ij}$  jsou vyplněny hodnoty **1** a **0** (po řádcích zleva doprava).

**1** – je vyplněna pokud  $R_i$  může vyvolat riziko  $R_j$

**0** – je vyplněna pokud  $R_i$  nevyvolá riziko  $R_j$  [14]

Tab. 6 – Tabulka souvztažností rizik [Zdroj vlastní]

Riziko	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.Znečištění zemědělské půdy	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
2.Znečištění nezemědělské půdy	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
3.Znečištění povrchových vod	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
4.Znečištění podzemních vod	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
5.Ohrožení such. organismů	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
6.Ohrožení vodních organismů	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
7.Ohrožení rostlin	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
8.Ohrožení člověka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.Narušení ÚSES	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
10.Ohrožení CHOPAV	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0

Jakmile byla vyplněna tabulka souvztažností, bylo potřeba ji doplnit o jeden sloupec a jeden řádek. Do první pozice řádku je doplněna položka **SOUČET**. V případě sloupce je to písmeno **S** (taktéž značící součet). A poté jsou sečteny jednotlivé řádky a sloupce. Tímto doplněním vznikne výsledná tabulka souvztažností (Tabulka č. 7). [14]

Tab. 7 – Výsledná tabulka souvztažností rizik [Zdroj vlastní]

Riziko	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	S
1.Znečištění zemědělské půdy	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	7
2.Znečištění nezemědělské půdy	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	7
3.Znečištění povrchových vod	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
4.Znečištění podzemních vod	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8
5.Ohrožení such. organismů	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
6.Ohrožení vodních organismů	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4
7.Ohrožení rostlin	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4
8.Ohrožení člověka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.Narušení ÚSES	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	5
10.Ohrožení CHOPAV	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
<b>SOUČET</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	

### 8.3.4 Výpočet koeficientů aktivity a pasivity

Bylo třeba kvalifikovat rizika nacházející se ve zkoumaném systému. K tomu bylo využito koeficientů aktivity a pasivity. Za pomoci těchto koeficientů byla převedena výsledná tabulka souvztažnosti do matematické (Tabulka č. 8) a následně grafické podoby (Obrázek č. 8). [14]

$K_{ARi}$  – koeficient aktivity – jedná se o procentuální vyjádření počtu rizik, které jsou návazné na riziko označené  $R_i$ . V případě že riziko  $R_i$  nastane, tak tato návazná rizika mohou být vyvolána.

$K_{PRi}$  – koeficient pasivity – jedná se o procentuální vyjádření počtu rizik, které jsou návazné na riziko označené  $R_i$  a které mohou riziko  $R_i$  následně vyvolat. [14]

Aby bylo možné vyjádřit koeficienty aktivity a pasivity, bylo třeba stanovit počet kombinací. Za předpokladu, že riziko  $R_i$  **nemůže** vyvolat samo sebe, nebo kdy riziko  $R_i$  **může** vyvolat ostatní rizika nebo může být vyvoláno jimi samotnými. V mém zkoumaném systému se počet rizik rovná  $x = 10$ . Pak platí, že počet možných kombinací je roven  $x - 1$ . [14]

#### Výpočet koeficientů aktivity $K_{ARi}$ pro jednotlivá rizika $R_i$ :

$$K_{ARi} = \frac{\sum 1 R_i}{x - 1} \cdot 100 \quad [ \% ]$$

Pro  $\sum 1$  byly postupně dosazeny hodnoty řádku nazvaný **SOUČET**. Pro  $x$  bylo dosazeno číslo 10, což je počet rizik nacházející se ve zkoumaném systému.

#### Výpočet koeficientů pasivity $K_{PRi}$ pro jednotlivá rizika $R_i$ :

$$K_{PRi} = \frac{\sum 1 R_i}{x - 1} \cdot 100 \quad [ \% ]$$

Pro  $\sum 1$  byly postupně dosazeny hodnoty sloupce nazvaný písmenem **S**. Pro  $x$  bylo dosazeno číslo 10, což je počet rizik nacházející se ve zkoumaném systému.

Každé riziko charakterizuje dvojice koeficientů  $K_{ARi}$  a  $K_{PRi}$  (Tabulka č. 6). [14]

Tab. 8 – Tabulka koeficientů aktivity a pasivity [Zdroj vlastní]

Riziko $R_i$	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
$K_{ARi}$ [%]	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>0</b>	<b>56</b>	<b>33</b>
$K_{PRi}$ [%]	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>66</b>	<b>44</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>55</b>



### 8.3.5 Výsledný graf souvztažností

Úkolem vytvořeného grafu bylo stanovit významnost všech rizik a jejich souvztažnosti v daném systému. Graf je rozdělen osami  $O_1$  a  $O_2$  na 4 základní oblasti. Podle rozdělení rizik do jednotlivých oblastí je stanovena významnost těchto rizik. [14]

#### Rozdělení oblastí:

- I. Primárně a sekundárně nebezpečná rizika
- II. Sekundárně nebezpečná rizika
- III. Primárně nebezpečná rizika
- IV. Relativně nebezpečná rizika

Oblast I ve výsledném grafickém znázornění by měla pokrývat 80 % z celkové oblasti, ve které se posuzovaná rizika nacházejí. Pro osu  $O_1$  tedy platí:

$$K_{Amax} - K_{Amin} = 100\%$$

V případě konstrukce osy  $O_1$  za splnění 80% podmínky to bude rovnoběžka s osou  $y$  ve vzdálenosti:

$$O_1 = K_{Amax} - \frac{(K_{Amax} - K_{Amin})}{100} \cdot 80$$

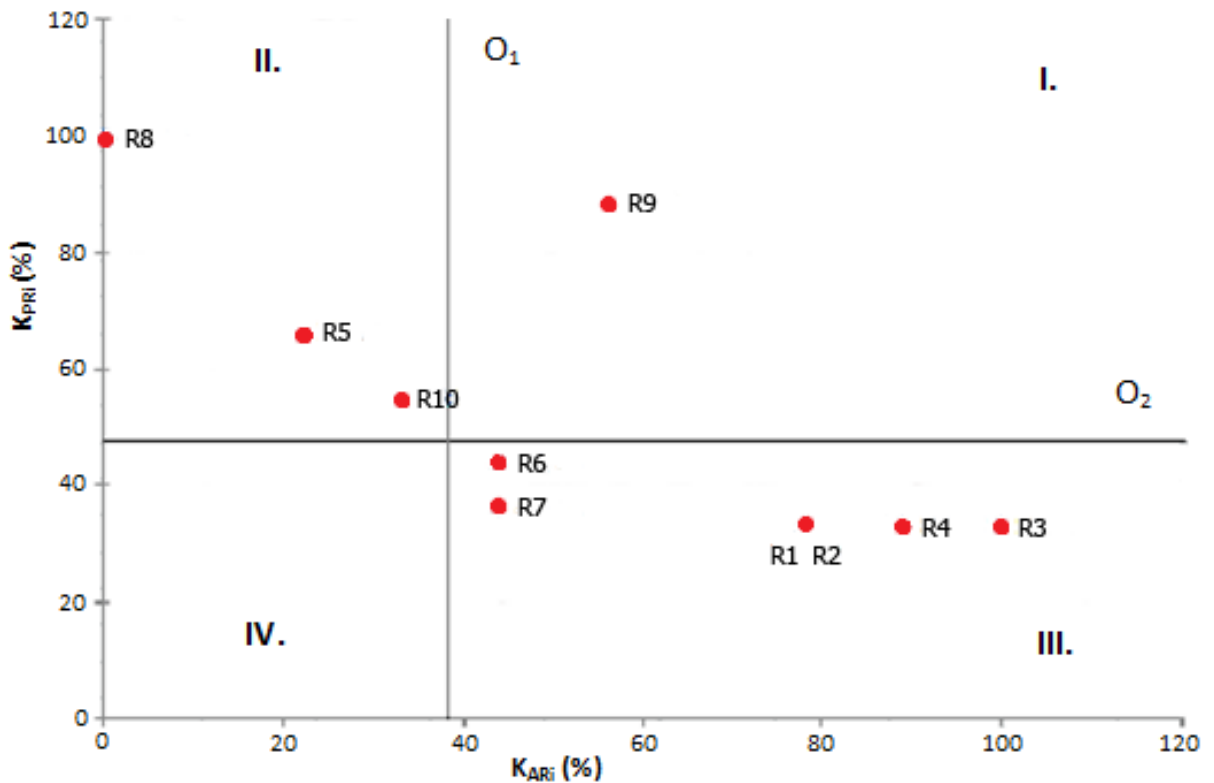
$$O_1 = 37,6 \%$$

V případě konstrukce osy  $O_2$  za splnění 80% podmínky to bude rovnoběžka s osou  $x$  ve vzdálenosti:

$$O_2 = K_{Pmax} - \frac{(K_{Pmax} - K_{Pmin})}{100} \cdot 80$$

$$O_2 = 46,6 \%$$

Pro  $K_{Amin}$  jsem hodnotu koeficientu  $K_{ARi}$  zvolil větší než 0, Graf tak bude přehlednější, jelikož pokud se hodnota koeficientu rovná 0 znamená to, že riziko č. 8 nemůže vyvolat jiná rizika. [14]



Obr. 8 – Výsledný graf metody analýzy rizik KARS [Zdroj vlastní]

### 8.3.6 Vyhodnocení metody KARS

Výsledkem metody KARS je graf, ve kterém jsou kvalitativně rozdělena rizika dle jejich souvztažností s jinými riziky. Graf je vytvořen na základě Tabulky 8. Pokud by v budoucnu došlo na vypracování obsáhlejší kvantitativní analýzy rizik, pak se v první etapě analýzy bude zpracovatel věnovat rizikům postupně v tomto pořadí:

1. oblast **I.** – riziko – R9
2. oblasti **II.** a **III.** – rizika – R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R10
3. oblast **IV.** – žádné riziko

Za pomoci metody analýzy rizik KARS, jsou kvalitativně rozvrstvena rizika, která se nachází v systému. Taktéž je exaktně a kvalitativně stanoveno pořadí řešení jednotlivých rizik. [14]

## 9 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ VEDOUCÍ K MINIMALIZACI RIZIK

Za pomoci využitých výzkumných metod bylo dospěno k závěru, že je důležité navrhnout takové řešení, které eliminuje, případně alespoň minimalizuje rizika do takové míry, aby nepředstavovala nebezpečí pro žádnou ze složek životního prostředí a taktéž aby nedošlo k narušení ekologické stability daného území. Protože jedině tak bude zamezeno tomu, aby mohlo dojít k přímému ohrožení člověka, který se nachází v potravním řetězci na samém vrcholu.

### V první fázi by mělo dojít k přijetí následných opatření:

- Varovat obyvatele, kteří se pohybují v blízkosti dané lokality, aby na lokalitu nevstupovali (Rekreační aktivity).
- Zákaz koupání v oblasti (Rekreační aktivity).
- Zákaz lovu ryb v oblasti slepých ramen řeky Moravy a „Čertáku“ (Rybolov).
- Zákaz pěstování plodin v blízkosti lokality (Zemědělství).
- Zákaz konzumace masa z ulovené zvěře v blízkosti lokality (Myslivost).

### V druhé fázi by měla následovat sanace lokality:

Z důvodu množství rizik plynoucích z kontaminace nebezpečnými látkami, dále z pohledu různorodosti těchto látek a v neposlední řadě také k poloze lokality se jako nejlepší alternativa jeví sanační metoda „*ex situ*“, tedy odtěžení kontaminované půdy do určité hloubky. Tato metoda pravděpodobně bude nejúčinnějším prostředkem k navrácení lokality do původního stavu. Dle mého názoru jde o nejlepší možnou variantu sanace.

Do návrhu spadá taktéž postsanační monitoring, kdy je třeba lokalitu monitorovat i po provedení sanace a vyhodnotit zdali byla sanace úspěšná a daná rizika byla eliminována nebo alespoň snížena na minimum.

## 10 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ZLEPŠENÍ V KONTEXTU K TEORII A PRAXI

Zdali mělo být dosaženo objektivního zhodnocení mnou navržených zlepšení v kontextu k teorii a praxi, bylo třeba prostudovat a získat informace z již provedených průzkumů a analýzy rizik staré ekologické zátěže „Spaliště“. Průzkum a následnou analýzu rizik provedla společnost EPS s.r.o., ovšem tato společnost mi odmítla poskytnout jakékoliv informace. Musel jsem se vydat na Ministerstvo životního prostředí, kde mi bylo umožněno do materiálů nahlédnout.

Po prostudování daných materiálů bylo zjištěno, že výsledky mnou provedených základních kvalitativních analýz se víceméně shodují s výsledky průzkumů a analýzy rizik staré ekologické zátěže „Spaliště“. Především co se týče všech skutečností týkajících se kontaminované lokality a možných rizik z ní vyplývajících.

Návrh na zlepšení, který by měl minimalizovat daná rizika je vzhledem ke všem známým zjištěním pravděpodobně správným postupem. Pokud se jedná o první fázi, ve které jsou definována možná opatření, tak jsem přesvědčen o jejich bezodkladné aplikaci, i když v mnou nastudovaných materiálech jsem podobná opatření nenašel. Co se týká druhé fáze, tedy navržené metody následné sanace lokality, je z dostupných materiálů zřejmé, že mnou navrhovaná metoda, tedy sanace „ex situ“ je pro danou SEZ optimální metodou a její výběr se shoduje se závěry zpracované analýzy rizik společností EPS s.r.o. Především z důvodu plošné kontaminace půdy těžkými kovy a také z důvodu přítomnosti polychlorovaných bifenyly (PCB).

Ekonomický přínos navržených zlepšení spočívá především v získání dotace pro společnost, která bude realizovat navrhovaný sanační zásah. Dotace bude poskytnuta především z fondu soudržnosti Evropské unie v rámci operačního programu Životní prostředí.

Neekonomický přínos spočívá v tom, že pokud budou tato zlepšení dodržena a lokalitu se podaří navrátit do původního stavu, je velmi pravděpodobné, že díky revitalizaci slepých ramen řeky Moravy může v blízkosti lokality vzniknout velmi unikátní chráněný mokřad, který se stane domovem pro spoustu nových rostlin a živočichů a zcela jistě přispěje k zachování biodiverzity území.

## ZÁVĚR

Při zpracování teoretické části byly shromážděny a zpracovány ty nejdůležitější informace, které se týkají problematiky starých ekologických zátěží. Tyto informace poté sloužily jako stěžejní bod pro praktickou část, ve které bylo získané know-how využito.

Bylo zjištěno, že stará ekologická zátěž „Spaliště“ představuje obrovský problém pro všechny složky životního prostředí a je třeba neodkladná aplikace navržených zlepšení k tomu, aby se lokalita navrátila do původní podoby. Z kontaminace lokality vyplývá mnoho rizik a právě za pomoci navržených zlepšení je třeba tato rizika minimalizovat nebo zcela eliminovat.

Cílem bakalářské práce bylo analyzovat vybranou starou ekologickou zátěž a rizika z ní vyplývající, dále navrhnout zlepšení, která povedou k minimalizaci těchto rizik a následné zhodnocení navržených zlepšení v kontextu k teorii a praxi, včetně vyjádření ekonomického a neekonomického přínosu.

K dosažení cíle byly využity tři metody analýzy. Z metody rozhovoru byly zjištěny velmi důležité informace ohledně umístění lokality a druhu materiálů na lokalitu navážených. Následovala analýza PHA, při níž byly popsány jednotlivé rizika a určena pravděpodobnost, že tato rizika způsobí nehodu. Za pomoci metody KARS byla porovnána souvztažnost rizik, kdy největší problém představuje riziko narušení územního systému ekologické stability, toto riziko může být způsobeno takřka všemi dalšími riziky a je třeba se mu věnovat prioritně. Jsem přesvědčen, že cíle bakalářské práce, který byl stanoven v úvodu, bylo dosaženo.

Dle informací, které jsou známé, je třeba zmínit skutečnost, že začátkem dubna 2015 započala sanace staré ekologické zátěže „Spaliště“, po jejím ukončení by již nic nemělo bránit uskutečnění revitalizace slepých ramen řeky Moravy. Domnívám se, že v odstraňování starých ekologických zátěží by se mělo globálně pokračovat, jelikož jsou obrovským problémem nejen pro přírodu, ale i pro samotného člověka.

Zpracování bakalářské práce pro mě bylo velmi přínosné, jelikož jsem měl možnost získat nové kontakty a komunikovat s fundovanými odborníky, kteří se problémem starých ekologických zátěží a analýzy rizik zabývají řadou let.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Staré ekologické zátěže. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2014 [cit. 2014-12-13]. Dostupné z:[http://www.mzp.cz/cz/stare\\_ekologicke\\_zateze](http://www.mzp.cz/cz/stare_ekologicke_zateze)
- [2] Staré ekologické zátěže. *Enviprofi* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-12-13]. Dostupné z:<http://www.enviweb.cz/clanek/sanace/91587/stare-ekologicke-zateze>
- [3] Ekologický audit (Environmental Site Assessment). *Enacon* [online]. 2014 [cit. 2014-12-13]. Dostupné z:<http://www.enacon.cz/ekologie/ekologicky-audit/ekologicky-audit-environmental-site-assessment/>
- [4] KADERÁBKOVÁ, Božena a Marian PIECHA. *Brownfields: jak vznikají a co s nimi*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2009, s. 4-8. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-123-9.
- [5] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013, s. 95-112. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.
- [6] Česká republika. Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaných území. In: [www.mzp.cz](http://www.mzp.cz). 2011, č. 3. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky\\_ekologicke\\_zateze/\\$FILE/OES-c1\\_vestnik\\_mzp-3\\_2011\\_20140318.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky_ekologicke_zateze/$FILE/OES-c1_vestnik_mzp-3_2011_20140318.pdf)
- [7] PALEČEK, Miloš. *Prevence rizik*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2006, s. 48-49. ISBN 80-245-1117-7.
- [8] FRANTZEN, Edited by Kurt A. *Risk-Based Analysis for Environmental Managers a Practical Guide for the Corporate Manager*. Hoboken: CRC Press, 2001, s. 19. ISBN 9781420032901.
- [9] CENIA. STATISTICKÁ ROČENKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY 2014. 23. vyd. 2014. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Ro%20C4%20Denka%20C5%20BDP%20C4%20CR%202014.pdf>
- [10] Staré ekologické zátěže. *Elektro: odborný časopis pro elektrotechniku*. Praha: FCC PUBLIC s. r. o.,, 2010, č. 10. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=42025](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=42025)

- [11] Česká republika. Metodický pokyn „Hodnocení priorit - kategorizace kontaminovaných a potenciálně kontaminovaných míst“. In: [www.mzp.cz](http://www.mzp.cz). 2008. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/metodiky\\_ekologicke\\_zateze](http://www.mzp.cz/cz/metodiky_ekologicke_zateze)
- [12] RAUSAND, Marvin. Preliminary Hazard Analysis. Norwegian University of Science and Technology, 2004.
- [13] SEKM: Systém evidence kontaminovaných míst [online]. 13.07.2011 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://info.sekm.cz/lokality/lokalita/54617001>
- [14] PACINDA, Štefan. Analýza rizik, jeden ze základních nástrojů krizového managementu při řešení nevojenských krizových situací. Brno, 2007. Disertační práce. Univerzita obrany.
- [15] Sběrka příkladů - Hodnocení rizik (HRI), Metody analýzy rizik (MAR). 2014, 102 s. Dostupné z: [http://www.nti.tul.cz/cz/images/1/1c/SBIRKA\\_PRIKLADU\\_HRI\\_MAR.PDF](http://www.nti.tul.cz/cz/images/1/1c/SBIRKA_PRIKLADU_HRI_MAR.PDF)
- [16] ŠVARCOVÁ-SLABINOVÁ, Iva. Základy pedagogiky. Vyd. 1. Praha: VŠCHT, 2005, s. 28. ISBN 8070805730.
- [17] EPS, s.r.o. *ANALÝZA RIZIK lokality "Spaliště" v k.ú. Staré Město*. Kunovice, 2011.
- [18] Zdroj vlastní, využití dat ze Systému evidence kontaminovaných míst (databáze). Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2015.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BTEX	Benzen - toluen - ethylbenzen - xylen
DCE	Dichlorethan
CHOPAV	Chráněná oblast přirozené akumulace vod
KARS	Kvalitativní analýza rizik s využitím jejich souvztažností
PCB	Polychlorované bifenyly
PHA	Předběžná analýza nebezpečí
SEKM	System evidence kontaminovaných míst
SEZ	Stará ekologická zátěž
ÚSES	Územní systém ekologické stability



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 – Analýza rizik[5] .....	16
Obr. 2 – Vztahy v analýze rizik [5].....	20
Obr. 3 – Funkční srovnání procesů klasického a environmentálního řízení rizik [8].....	27
Obr. 4 – Mapa kontaminovaných míst na území České republiky (2015) [18].....	34
Obr. 5 – Mapa kontaminovaných lokalit skupiny “A“ ve Zlínském kraji [18].....	35
Obr. 6 – Umístění staré ekologické zátěže „Spaliště“ [Zdroj vlastní] .....	36
Obr. 7 – Záplavové území stoleté a dvacetileté vody (“Spaliště“) [Zdroj vlastní] .....	38
Obr. 8 – Výsledný graf metody analýzy rizik KARS [Zdroj vlastní] .....	50

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 – Kategorizace kontaminovaných míst [11] .....	14
Tab. 2 – Příklad tabulky PHA analýzy [15] .....	30
Tab. 3 – SEZ a kontaminované plochy z hlediska krajů (2015) [13] .....	34
Tab. 4 – PHA analýza lokality „Spaliště“ [Zdroj vlastní] .....	41
Tab. 5 – Tabulka všech rizik [Zdroj vlastní] .....	45
Tab. 6 – Tabulka souvztažností rizik [Zdroj vlastní] .....	46
Tab. 7 – Výsledná tabulka souvztažností rizik [Zdroj vlastní] .....	47
Tab. 8 – Tabulka koeficientů aktivity a pasivity [Zdroj vlastní] .....	48

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I – Metodika zpracování BP

Příloha II – Příklad rozhovoru s respondenty

Příloha III – Fotodokumentace kontaminované lokality „Spaliště“

## **PŘÍLOHA I: METODIKA ZPRACOVÁNÍ BP**

Výběr tématu.

Vyhledání literatury a informací o problematice.

Nastudování doporučené literatury a jiných materiálů.

Tvorba teoretické části BP.

Určení metod analýzy využitých v praktické části BP.

Tvorba praktické části BP.

Kontaktování společnosti ProGeo Consulting s.r.o, která se podílí na správě databáze SEKM a webu [www.sekm.cz](http://www.sekm.cz), komunikace probíhala s Ing. Romanem Pavlíkem, jednatelem společnosti. Z této spolupráce jsem si odnesl mnoho informací a také jsem si za pomoci pana Romana Pavlíka vybral SEZ „Spaliště“.

Kontaktování městského úřadu Staré Město (nedostatek informací o lokalitě).

Kontaktování společnosti EPS s.r.o, z důvodu poskytnutí informací o lokalitě (odmítnutí spolupráce).

Telefonický hovor s Ing. Miloslav Maňáskem ze společnosti OTR Recycling s.r.o. (Revitalizace slepých ramen řeky Moravy).

Kontaktování Ministerstva životního prostředí, z důvodu poskytnutí bodové vrstvy kontaminovaných lokalit z databáze SEKM.

Zpracování množství map v programu QGIS, využití dat z MŽP.

Kontaktování pana Ing. Štefana Pacindu, Ph. D., z důvodu využití metody analýzy KARS.

Opětovné kontaktování Ministerstva životního prostředí z důvodu poskytnutí informací ohledně kontaminované lokality „Spaliště“.

Návštěva Ministerstva životního prostředí, schůzka s Mgr. Lukáše Čermákem, možnost nahlédnutí do všech materiálů týkající se lokality „Spaliště“.

Během zpracovávání bakalářské práce probíhali konzultace s vedoucím BP Ing. Martinem Hartem, Ph.D.

Dokončení bakalářské práce.

## **PŘÍLOHA II: PŘÍKLAD ROZHOVORU S RESPONDENTY**

Rozhovor s manželským párem

**Výzkumník:** Dobrý den, mohl bych Vám položit pár otázek?

**Respondenti:** Dobrý den, ano určitě.

**Výzkumník:** Studuji vysokou školu a provádím fotodokumentaci k mé bakalářské práci, která se týká zdejší kontaminované lokality „Spaliště“. Chtěl bych se Vás zeptat, zdali o této lokalitě něco víte?

**Respondenti:** Ano, víme. Co přesně byste chtěl vědět?

**Výzkumník:** Víte, v čem spočívá problém lokality „Spaliště“?

**Respondenti:** No co je nám známo, tak je tady pod tou hlínou skrytá skládka odpadů.

**Výzkumník:** Můžete mi říct, jaká je přibližná rozloha lokality?

**Respondenti:** Co já si vzpomínám, tak támhle byla v minulosti taková hromada různého odpadu a její rozloha byla odhadem asi 70 x 50 m. (Pán ukazuje, kam až přesně skládka zasahovala a jak je velká).

**Výzkumník:** Jaké odpady byly na lokalitu naváženy?

**Respondenti:** Pamatuji si, že to sem vozili z různých podniků ze Starého Města, odpad byl různého druhu. Jednalo se i o různé barvy a laky. Taktéž si pamatuji, že ten odpad tady spalovali.

**Výzkumník:** Ta hromada byla poté zavezena hlínou? Případně kdy.

**Respondenti:** Ano, ale nevzpomenou si, kdy to přesně bylo, ale asi v 90. letech. Skládku zarovnali a poté zavezli hlínou. Co si vzpomínám tak na lokalitě poté dlouhou dobu nic nerostlo.

**Výzkumník:** Děkuji vám za Váš čas, který jste mi věnovali.

Následoval můj výklad o tom, jaká rizika vyplývají z kontaminace a co je cílem mé bakalářské práce. Manželský pár jsem také informoval o plánované sanaci lokality a následné revitalizaci slepých ramen řeky Moravy.

### **PŘÍLOHA III: FOTODOKUMENTACE LOKALITY „SPALIŠTĚ“**



Obrázek 1 – Kontaminovaná lokalita „Spaliště“ [Zdroj vlastní]



Obrázek 2 – Podpěrná svahová stěna [Zdroj vlastní]



Obrázek 3 – Vrty pro čerpání podzemní vody v lokalitě „Spaliště“ [Zdroj vlastní]



Obrázek 4 – Tok řeky Moravy v blízkosti „Spaliště“ [Zdroj vlastní]



Obrázek 5 – Obhospodařovaná zemědělská půda v blízkosti [Zdroj vlastní]



Obrázek 6 – Začátek mokřadu [Zdroj vlastní]





Obrázek 7 – Znečištění lokality komunálním odpadem 1 [Zdroj vlastní]



Obrázek 8 – Znečištění lokality komunálním odpadem 2 [Zdroj vlastní]



Obrázek 9 - Znečištění lokality komunálním odpadem 3 [Zdroj vlastní]



Obrázek 10 – Mokřad v blízkosti kontaminované lokality [Zdroj vlastní]



Obrázek 11 – Znečištění mokřadu 1 [Zdroj vlastní]



Obrázek 12 – Znečištění mokřadu 2 [Zdroj vlastní]



Obrázek 13 – Mokřad [Zdroj vlastní]



Obrázek 14 – Informační tabule (Revitalizace) [Zdroj vlastní]